

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**  
**FAKULTA TEXTILNÍ**

**TEXTILNÍ A ODĚVNÍ TECHNOLOGIE**  
**KOD**

**KATEGORIZACE ODĚVNÍCH MATERIÁLŮ PRO NAVRHOVÁNÍ  
A KONSTRUKCI ODĚVŮ V 3D**

**CLOTHING MATERIALS CLASSIFICATION FOR DESIGNING  
AND CONSTRUCTION OF CLOTHING IN 3D**

**Bc. IVETA VRABCOVÁ**

**KOD/2011/06/08/MS**

**Vedoucí práce : Ing. Blažena Musilová**  
**Počet stran textu : 75**  
**Počet obrázků : 61**  
**Počet tabulek : 15**  
**Počet příloh : 4**





## P r o h l á š e n í

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum

Podpis

## **Poděkování**

Touto cestou bych chtěla poděkovat Ing. Blaženě Musilové za hodnotné rady a odborné vedení během mé práce. Dále bych také chtěla poděkovat všem, kdo přispěli k realizaci mé práce a své rodině za jejich podporu, která mi umožnila studium.

## **Abstrakt**

Diplomová práce se zabývá převážně problematikou definování mechanických vlastností oděvního materiálu jako vstupních parametrů pro 2D a 3D konstrukci střihu oděvů.

V první části je provedena rešerše v oblasti mechanických vlastností oděvního materiálu a jejich měření. Dále také v oblasti počítačových CAD systému vhodných pro 3D konstrukci a simulaci oděvního výrobku na virtuální postavě.

Následně je provedeno měření předem definovaných mechanických vlastností oděvních materiálů, které byly pro účel vypracování této diplomové práce vybrány, a to jak metodou laboratorní, tak i praktickou. Získané údaje jsou statisticky zpracovány a graficky znázorněny. Na základě těchto výsledků je stanovena metodika pro definování mechanických vlastností textilií jako vstupních parametrů pro 3D konstrukci oděvů.

Pro experimentální účely diplomové práce byl vytipován reprezentativní oděv (půlkolová sukně), na který je vyhotoveno konstrukční řešení ve 2D a provedena vizualizace 3D konstrukce na virtuální postavě v systému V-Stitcher.

Správnost padnutí simulovaného oděvu na virtuální postavě je ověřena realizací projektu zkušebním modelem vytipovaného oděvu ze všech vybraných druhů materiálu.

## **Klíčová slova**

Mechanické vlastnosti textilií - splývavost

Kawbata systém

2D konstrukce oděvů

3D konstrukce oděvů - V-Stitcher

## **Abstract**

The diploma thesis mostly looks into the problem of defining mechanical properties of clothing materials as input parameters for 2D and 3D clothing pattern construction.

In the first part of the thesis is carried out the research in the field of mechanical properties of clothing materials and their measurement. Also in the field of CAD systems suitable for 3D construction and simulation of clothing product on virtual figure.

Afterwards the measurement of beforehand defined mechanical properties of clothing materials, which have been chosen for the purpose of this thesis, is performed both laboratory and practical methods. Gained data were statistically processed and graphically performed. On the basis of these results was determined the methodology for defining mechanical properties of textile as input parameters for 3D construction of clothing.

In the next part of the thesis is selected representative clothing (semicircle skirt), which serves for experimental creation of constructional solution in 2D and 3D visualization of construction on virtual figure in V-Stitcher software.

Rightness of fitting of simulated clothing on virtual figure is verified by the realization of the project – testing model of chosen clothing from all the selected types of materials.

## **Key words**

Mechanical properties of clothing materials, drape

Kawbata system

2D construction

3D construction of clothing, V-Stitcher

# Obsah

Seznam obrázků.....	11
Seznam tabulek.....	13
Seznam použitých symbolů .....	14
Úvod.....	15
1 Mechanické vlastnosti plošných textilií.....	17
1.1 Rozdělení mechanických vlastností .....	17
1.1.1 Vlastnosti tvaru plošných textilií .....	18
1.1.2 Stálosti tvaru plošných textilií .....	18
1.2 Tloušťka .....	19
1.3 Plošná měrná hmotnost .....	20
1.4 Pórovitost .....	20
1.5 Tuhost v ohybu.....	21
1.6 Splývavost.....	24
1.7 Pružnost.....	27
1.7.1 Tažnost.....	28
1.7.2 Roztažnost.....	29
1.8 Smyk .....	30
2 KES-FB (Kawabata Evaluation System) .....	33
2.1 KES FB1 .....	33
2.1.1 Tahové charakteristiky.....	34
2.1.2 Smykové charakteristiky.....	35
2.2 KES FB2 .....	36
2.3 KES FB3, FB4 .....	37
3 Gerber Garment Technology (GGT).....	38
3.1 Produkty firmy Gerber Technology .....	38
3.1.1 AccuMark .....	38



3.1.2	V-Stitcher.....	39
	Experimentální část.....	40
4	Charakteristika vybraných druhů materiálu.....	40
4.1	Měření ohybové tuhosti.....	41
4.2	Měření stupně roztažnosti materiálu.....	43
4.2.1	Objektivní měření roztažnosti materiálu.....	43
4.2.2	Subjektivní měření roztažnosti materiálu .....	44
4.2.3	Porovnání objektivní a subjektivní metody měření roztažnosti.....	45
4.3	Měření smyku textilie .....	46
4.3.1	Objektivní měření smyku textilie .....	47
4.3.2	Subjektivní měření smyku textilie .....	48
4.4	Mechanické vlastnosti měřené pomocí systému KES FB.....	49
4.5	Měření tloušťky materiálu.....	50
4.6	Měření splývavosti materiálu.....	50
4.6.1	Vyhodnocení naměřené splývavosti .....	51
5	Charakteristika vybraného druhu oděvu .....	53
5.1	Konstrukce půlkolové sukně .....	53
6	Tvorba modelu v systému AccuMark.....	54
6.1	Tvorba stupňovací tabulky .....	54
6.2	Transformace stříhových dílů do počítače .....	54
6.3	Stupňování.....	55
6.4	Transport stříhových dílů do programu V-Stitcher.....	56
7	Program V-Stitcher .....	57
7.1	Pracovní plocha 2D .....	57
7.2	Pracovní plocha 3D .....	58
8	Tvorba podkladů pro vytvoření simulace oděvu v programu V-Stitcher .....	59
8.1	Vyplnění databáze zdroje oděvu .....	59

8.2	Tvorba velikostního sortimentu .....	59
8.3	Vytvoření oděvní tabulky .....	61
8.4	Úprava dílů před sešitím .....	62
8.5	Přiřazení přídavku na šev .....	62
8.6	Sešití stříhových dílů sukně .....	63
8.7	Seskupení stříhových dílů .....	64
8.7.1	Definování clusterů .....	64
8.8	Definování materiálu .....	66
8.8.1	Vložení materiálu do systému .....	66
9	Zobrazení modelu na virtuální postavě .....	68
9.1	Definování 3D postavy .....	68
9.2	Zobrazení dílů na virtuální postavě .....	68
9.3	Zobrazení dámské sukně na 3D virtuální postavě .....	70
10	Porovnání splývavosti simulovaných a zhotovených sukní .....	71
10.1	Vyhodnocení experimentu .....	71
	Závěr .....	73
	Seznam použité literatury .....	75
	Seznam příloh .....	78

## Seznam obrázků

Obrázek 1 Měření ohybové tuhosti dle Sommera [8].....	22
Obrázek 2 Schematické znázornění přístroje TH5[8].....	23
Obrázek 3 Nesprávné měření ohybu [12].....	23
Obrázek 4 Měření ohybu [12].....	23
Obrázek 5 Měření délky převisu tkaniny [12].....	23
Obrázek 6 Měření splývavosti[10] .....	24
Obrázek 7 Měření splývavosti podle W. Aldrrich[2] .....	26
Obrázek 8 Modul pružnosti textilií [19] .....	28
Obrázek 9 Průběh namáhání textilního vlákna v tahu [5] .....	29
Obrázek 10 Měření smyku textilie podle W. Aldrrich [2].....	31
Obrázek 11 Schematické znázornění měření roztažnosti podle W. Aldrrich [2] .....	32
Obrázek 12 KES FB1[13].....	33
Obrázek 13 Tahová charakteristika [13].....	34
Obrázek 14 Působení smykové síly na textilií [14] .....	35
Obrázek 15 Závislost smykové síly na úhlu smyku [7].....	35
Obrázek 16 Přístroj KES FB2[13] .....	36
Obrázek 17 Schematické znázornění ohybu textilie [7] .....	36
Obrázek 18 Závislost ohybového momentu na mezi křivost[13] .....	37
Obrázek 19 KESFB4[13].....	37
Obrázek 20 KES FB3[13].....	37
Obrázek 21 Změřené ohybové charakteristiky pomocí systému KES FB2 (mat. č. 3) ..	41
Obrázek 22 Graf naměřené ohybové tuhosti tkanin pomocí systému KES.....	42
Obrázek 23 Kalkulátor pro výpočet ohybové tuhosti textilie .....	43
Obrázek 24 Tahové charakteristiky naměřené na systému KES FB1( mat. č. 1).....	44
Obrázek 25 Graf naměřené roztažnosti dle W. Aldrich.....	45
Obrázek 26 Grafy pro porovnání metodiky laboratorní a praktické.....	46
Obrázek 27 Naměřené smykové charakteristiky na systému KES - FB2(mat. č. 3) .....	48
Obrázek 28 Graf naměřených hodnot smyku dle W. Aldrich .....	48
Obrázek 29 Graf pro srovnání naměřených dat metodikou laboratorní a praktickou.....	52
Obrázek 30 Konstrukce půlkolové sukně .....	53
Obrázek 31 Postup při tvorbě stříhového dílu sukně v systému AccuMark.....	54

Obrázek 32 Úprava intervalu stupňovacího bodu.....	55
Obrázek 33 Vystupňované díly v systému AccuMark .....	56
Obrázek 34 Tabulka s vytvořeným modelem .....	56
Obrázek 35 Menu na horní liště.....	57
Obrázek 36 Ikonické menu .....	57
Obrázek 37 2D pracovní plocha .....	57
Obrázek 38 Hlavní menu .....	57
Obrázek 39 Virtuální postava (žena) .....	58
Obrázek 40 Databáze vedení .....	60
Obrázek 41 Tvorba velikostní tabulky.....	60
Obrázek 42 Dokončení tvorby velikostního sortimentu .....	61
Obrázek 43 Oděvní tabulka .....	61
Obrázek 44 Dialogové okno pro zapsání přídavku ke švům .....	62
Obrázek 45 Spojení okrajů, které k sobě technologicky náleží .....	63
Obrázek 46 Dialogové okno pro kontrolu švů.....	63
Obrázek 47 Skupiny dílů .....	64
Obrázek 48 Definování clusteru .....	65
Obrázek 49 Dialogové okno pro zadávání vlastností textilií.....	67
Obrázek 50 Zobrazení materiálu č. 1 na stříhových dílech .....	67
Obrázek 51 Definování tělesných rozměrů .....	68
Obrázek 52 Dialogové okno pro zapnutí mřížky v simulaci .....	69
Obrázek 53 Kontrola padnutí oděvu pomocí mřížky.....	69
Obrázek 54 Zobrazení dámské sukně na virtuální postavě.....	70
Obrázek 55 ikonické menu ve 3D pracovní ploše .....	70
Obrázek 56 Vyhotovená sukně .....	71
Obrázek 57 Simulovaná sukně .....	71
Obrázek 58 Vyhotovená sukně .....	72
Obrázek 59 Simulovaná sukně .....	72
Obrázek 60 Vyhotovená sukně .....	72
Obrázek 61 Simulovaná sukně .....	72

## Seznam tabulek

Tabulka 1 Vyhodnocení splývavosti podle W. Aldrich [2].....	26
Tabulka 2 Vyhodnocení míry smyku [cm] podle W. Aldrich [2] .....	31
Tabulka 3 Vyhodnocení roztažnosti [cm] podle W. Aldrich [2].....	32
Tabulka 4 Charakteristika materiálů.....	40
Tabulka 5 Ohybové charakteristiky měřené pomocí systému KES FB2.....	42
Tabulka 6 Roztažnost materiálu naměřena pomocí systému KES FB1 .....	44
Tabulka 7 Průměrné hodnoty naměřené roztažnosti podle W. Aldrich.....	45
Tabulka 8 Tuhost ve smyku G.....	47
Tabulka 9 Přehled naměřených charakteristik pomocí systému KES .....	49
Tabulka 10 Tloušťka materiálu.....	50
Tabulka 11 Vyhodnocení splývavosti dle W. Aldrich.....	51
Tabulka 12 Vyhodnocení koeficientu splývavosti.....	52
Tabulka 13 Tělesné rozměry.....	53
Tabulka 14 Druhy ovinutí stříhových dílů pro dolní část těla [12] .....	65
Tabulka 15 Hodnoty mechanických vlastností zadávaných do programu V-Stitcher....	66

## Seznam použitých symbolů

2D – dvourozměrný

3D – trojrozměrný

apod. – a podobně

CAD – Computer Aided Design (počítačem podporované navrhování)

cm – centimetr

Ds – délka sukně

KES – Kawabata system

kg – kilogram

m – metr

mm – milimetr

N - Newton

např. – například

OP – obvod pasu

Pa – Pascal

r - poloměr

s - sekunda

## Úvod

Vývoj počítačového průmyslu jde kupředu nezadržitelnou rychlostí. Téměř denně jsme zahrnováni novými, rychlejšími a efektivnějšími programy. Jejich vývoji a grafice podléhá kvalitní zobrazení konkrétních věcí a také člověka. Člověk a jeho postava se jako objekt zkoumání objevuje ve všech možných oborech, např. v lékařství, plastické chirurgii, kriminalistice, salónech krásy a podobně. V současné době se zobrazení lidské postavy dostává do popředí i v oděvním průmyslu, jelikož může napomáhat např. v oblasti modelování, neboť umožňuje ověřovat základní myšlenky designéra. Kvalita obrazu výsledného modelu je závislá na vývoji 3D softwarů, které mohou ve svém počítačovém prostředí zobrazovat virtuální postavy a na nich předem navržený model.

Tato diplomová práce se zabývá problematikou určování mechanických vlastností plošných textilií, především tkanin s ohledem na jejich 3D konstrukci a následné zobrazení oděvu na virtuální postavě. Dobrá znalost mechanických vlastností oděvních materiálů je velice důležitá již pro návrháře, protože právě mechanické vlastnosti mohou značně ovlivnit konstrukční řešení navrhovaného oděvu (např. přidáním záporných přídavků ke konstrukčním úsečkám).

Rešeršní část je zaměřena na definování mechanických vlastností plošných textilií, jak metodikou laboratorní, tak i praktickou. Obě metodiky jsou v experimentální části ověřeny, vyhodnoceny a následně porovnány, zejména je zde zkoumána metodika praktická a její míra věrohodnosti. Tato subjektivní metoda může napomáhat nejen návrhářům a designérům k tomu, aby si uměli vytvořit jasnou představu o tom, jak se bude daný textilní materiál chovat na konkrétním oděvním výrobku.

Cílem práce je na základě teoretických a praktických poznatků vypracovat metodický postup stříhové dokumentace v CAD systému AccuMark firmy Gerger Technology. S následným zobrazením reprezentativního oděvu (dámské půlkolové sukně) na 3D virtuální postavě v programu V-Stitcher s ohledem na import materiálových charakteristik textilií a jeho porovnání s reálně vytvořeným modelem.

V diplomové práci je nastíněno, jak lze snadno a relativně rychle spojit výstupy z CAD systémů v podobě stříhové dokumentace s 3D modelováním. Následně je také ukázána simulace oděvního výrobku na konkrétní postavě s využitím přesně definovaných mechanických vlastností textilního materiálu. Vytvořené stříhové šablony v systému AccuMark se detailně promítnou na 3D postavě, čímž program V-Stitcher výrazně snižuje čas potřebný k vývoji a odzkoušení oděvu, neboť poskytuje zobrazení výrobku ještě před jeho ušitím.



# 1 Mechanické vlastnosti plošných textilií

Mechanické vlastnosti materiálů jsou definovány jako jejich odezva na mechanické působení od vnějších sil. Mechanickým působením může být tlak, tah, ohyb, krut a střih. Během mechanického namáhání dochází v textilií ke změně tvaru, tedy deformaci, která je závislá na:

- velikosti zatížení,
- rychlosti namáhání,
- době trvání.

Mechanické vlastnosti se uplatňují při zpracování vláken a textilií, proto jsou zařazovány mezi vlastnosti zpracovatelské. Mechanické vlastnosti materiálu mají nejen zásadní význam při jeho zpracování, ale také při užívání výrobku z něj vyrobeného. Znalost mechanických vlastností nám tedy umožňuje vytvořit si představu o vlivu mechanického namáhání působícího na materiál. [5],[8]

Mechanické namáhání u hotových oděvních výrobků se odehrává v malých deformacích, v praxi dochází jen velmi zřídka k takovému namáhání, které by znamenalo porušení plošné textilie. U textilií se nehodnotí pouze mechanické vlastnosti ale také jejich únava při opakovaném mechanickém namáhání. [5]

Přeměna textilie do 3D tvaru však také zahrnuje určité stupně mechanických deformací (tah, ohyb, smyk) na textiliích. Proto je důležité mít nějakou představu o tom, jak se určitý materiál bude na daném výrobku chovat, jedná se především o tuhost materiálu a jeho splývavost. [1]

## 1.1 Rozdělení mechanických vlastností

Mechanické vlastnosti vzhledem k různorodosti způsobu namáhání a složitosti chování látek představují dosti rozsáhlý soubor charakteristik, který lze třídit podle různých hledisek.

Podle účinku vnějších sil:

- deformační (popisují průběh deformace materiálu, ty mohou být elastické, viskoelastické nebo plastické),
- destrukční (popisují mechanické porušení materiálu).

Podle časového režimu namáhání:

- statické,
- dynamické.

Podle způsobu namáhání, vlastnosti vyvolané působením:

- tahu,
- smyku,
- tlaku,
- krutu,
- ohybu. [5]

### **1.1.1 Vlastnosti tvaru plošných textilií**

Do těchto vlastností spadají parametry, které popisují a určují tvar plošné textilie. Lze je považovat za zvláštní skupinu vlastností, protože přímo ovlivňují další vlastnosti (např. stálosti tvaru).

Patří sem následující vlastnosti:

- tloušťka a stlačitelnost,
- plošná měrná hmotnost,
- objemová měrná hmotnost,
- pórovitost,
- konstrukce plošné textilie. [11]

### **1.1.2 Stálosti tvaru plošných textilií**

Do této skupiny vlastností se zahrnují všechny charakteristiky plošných textilií, a to nejen plošné, ale i prostorové, ke kterým dochází působením vnějších i vnitřních sil a také tělesnou teplotou a vlhkostí.

Patří sem následující vlastnosti:

- sráživost,
- tuhost v ohybu,
- splývavost,
- mačkavost. [11]

## 1.2 Tloušťka

Tloušťka textilie je dle normy ČSN EN ISO 5084 vyjádřena jako kolmá vzdálenost mezi dvěma definovanými deskami, přičemž na textilií působí přítlak 1kPa nebo nižší. Tloušťka textilie se měří pomocí tloušťkoměru, určuje se vzdálenost mezi základní deskou, na které je vzorek umístěn a paralelním kruhovým přitlačným kotoučem, který vyvíjí specifikovaný přítlak na zkoušenou plochu textilie. Velikost tohoto přítlaku a velikost horní čelisti jsou v normě definovány pro různé typy materiálů. Pro běžné oděvní textilie je přítlak čelisti stanoven na 1000 Pa a plocha čelisti na 20 cm<sup>2</sup>. [3]

Důležitým parametrem měření tloušťky textilie je přítlak mezi čelistmi (1), ten je určen plochou zatěžující čelisti a silou, kterou čelist na textilií působí. Je definován jako měrný tlak  $P_m$ .

$$P_m = \frac{F}{S} \text{ [Pa]} \quad (1)$$

F... zatěžující síla [N]

S... plocha čelisti [m<sup>2</sup>]

Tento přítlak mezi čelistmi je vyrovnáván vnitřním odporem v textilií. Pokud by se tloušťka textilie měřila ihned po vložení přítlaku, výsledky měření by byly jiné, než když by se měřila až po určitém čase. Čas, při kterém dojde k ustálení deformace textilie, bývá v normách stanoven na 30 sekund.

Jsou-li použity při měření tloušťky textilie různé přítlaky, jsou naměřeny rozdílné hodnoty. Při použití různých měrných tlaků lze zjistit stlačitelnost textilie  $S_t$ , ta je důležitá například při proznačování švů na lím oděvního dílu, proznačování záložek, při vlhkotepelném namáhání textilie nebo při moderních způsobech v oddělovacím procesu v oděvní výrobě, kdy se nálož pokrývá polyetylenovou fólií a z vrstvy se

odsává vzduch, aby se mohly stříhat větší nálože. Stlačitelnost podle Sommera (2) lze vypočítat ze vztahu: [10]

$$St = \frac{h_1 - h_2}{\log p_2 - \log p_1} \text{ [mm logPa}^{-1}\text{]} \quad (2)$$

$h_1$ ... tloušťka [m] při tlaku  $p_1$  [Pa]

$h_2$ ... tloušťka [m] při tlaku  $p_2$  [Pa].

### 1.3 Plošná měrná hmotnost

Plošná hmotnost (3) definuje hmotnost známé plochy plošné textilie vztažené k této ploše, vyjadřuje se v gramech na metr čtvereční. K určení plošné hmotnosti se používá gravimetrická metoda. Jedná se o zvážení klimatizovaného, přesně odměřeného odstříhu plošné textilie a vypočítání jeho plošné měrné hmotnosti ze vztahu:

$$Mp = \frac{m}{S} \text{ [g/m}^2\text{]} \quad (3)$$

$Mp$ ... plošná hmotnost textilie [g/m<sup>2</sup>]

$m$ .... hmotnost klimatizovaného zkušební vzorku [g]

$S$ ..... plocha zkušební vzorku [m<sup>2</sup>]

Podle plošné měrné hmotnosti se provádí rozdělení tkanin do skupin:

- lehká,
- středně těžká,
- těžká textilie. [11]

### 1.4 Pórovitost

Pórovitost je další parametr, který lze u plošných textilií určit v souvislosti se stanovením plošné hmotnosti. Pórovitost textilie (4) vyjadřuje obsah pórů naplněných vzduchem v textilií a lze ji vypočítat ze vztahu:

$$p = \frac{\rho_{vlK} - \rho_v}{\rho_{vlK}} \cdot 10^2 \text{ [%]} \quad (4)$$

$\rho_{vIK}$ ... hustota klimatizovaných vláken [ $\text{kg.m}^3$ ], tato hodnota je získána z tabulek  
(pro jednocomponentní textílii, pro více componentní textílii je nutné vypočítat hustotu směsi)

$\rho_v$  .... objemová měrná hmotnost textílie [ $\text{kg.m}^3$ ]

Pro stanovení pórovitosti u směsových vláken (5) se pak vychází ze vztahu:

$$\rho_{SM} = \frac{1}{10^3} \sum_{j=1}^k \rho_{vIKj} \cdot v_j \quad [\text{kg.m}^3] \quad (5)$$

$\rho_{SM}$ ... hustota směsi [ $\text{kg.m}^3$ ]

$\rho_{vIKj}$ ... hustota j-té componenty klimatizovaných vláken [ $\text{kg.m}^3$ ]

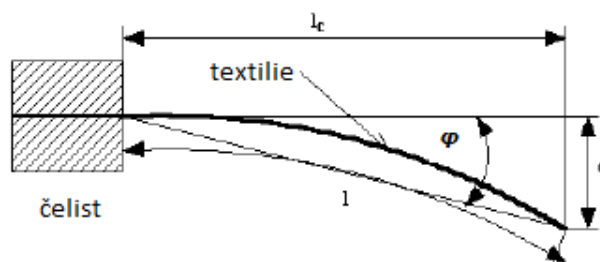
$v_j$ ..... obsah j-té componenty ve vláknenné směsi [%]. [10]

## 1.5 Tuhost v ohybu

Ohybová a smyková tuhost je jednou z nejdůležitějších mechanických vlastností textílií, jelikož chování v ohybu přímo ovlivňuje finální vlastnosti, mezi které patří např. omak a splývavost, ty jsou určeny komplexními deformačními vlastnostmi tkanin.

Tuhost v ohybu textílie je fyzikální veličina, která je vyjádřena odporem textílie proti deformaci (ohýbání) vnějším zatížením. Toto vnější zatížení může být vyvozováno buď osamělou silou, nebo spojitým obtížením vyvolaným plošnou hmotností. Je tedy velice důležité znát tuhost v ohybu textílie především v případech, kdy je textílie používána na vyztužení výrobku nebo naopak když má mít textílie tuhost co nejmenší a má být splývavá (např. tkaniny na dámské šaty). Odpor textílie proti ohýbání tedy úzce souvisí se splývavostí a je určen konstrukcí textílie a její úpravou. Pro zjišťování tuhosti v ohybu se používá několik metod, např.: [8]

- Metoda podle Sommera, ta vychází z ohybu jednostranně vetknutého nosníku (Obrázek 1), kterým je v tomto případě proužek textílie se známou plošnou hmotností  $M_p$  [ $\text{kg/m}^2$ ]. Proužek textílie má předem stanovenou délku  $l$  [m] a vlastní tíhou se ohýbá tak, že svírá s původním horizontálním směrem úhel  $\varphi$  [ $^\circ$ ].



**Obrázek 1** Měření ohybové tuhosti dle Sommera [8]

Z délky vzorku a úhlu  $\varphi$  je pak možné vypočítat ohybovou délku  $c$ . Ohybová tuhost (6) je dána vztahem:

$$T_{os} = Mp \cdot c^3 \quad [kg \cdot m] \quad (6)$$

$T_{os}$  - tuhost v ohybu podle Sommera [kg.m].

$Mp$  - plošná hmotnost [ $kg/m^2$ ].

$\varphi$  - úhel, který svírá spojnice počátku a konce vetknuté textilie s horizontálním směrem [ $^\circ$ ].

$c$  - je ohybová délka [m], dána vztahem (7):

$$c = l \cdot \left( \frac{\cos 0,5\varphi}{8 \cdot \tan \varphi} \right)^{1/3} \quad [m] \quad (7)$$

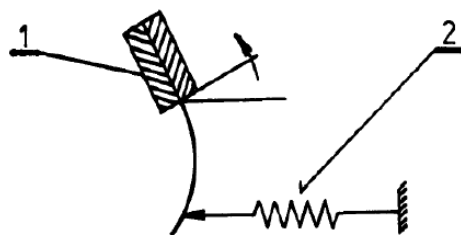
Tato metoda je považována za metodu statickou, jelikož podává informace o okamžité tuhosti plošné textilie. Obdobnou metodou, která stanoví tuhost ohybu z měření síly odporu textilie proti ohýbání, pro niž byl zkonstruován přístroj TH5. [8]

- Přístroj TH5 (československý patent), tento přístroj snímá sílu, kterou proužek textilie vyvine na měřicí prvek. Proužek má normou stanovenou délku a šířku. Proužek textilie je upnut do čelisti, která se při měření natáčí (rozmezí  $\pm 60^\circ$ ). Proužek textilie působí silou na rameno měřicího prvku. Přístroj pak registruje ohybový moment  $M_o$  (Obrázek 2), který vyjadřuje rovnice (8).

$$M_o = F \cdot l \quad [N.m] \quad (8)$$

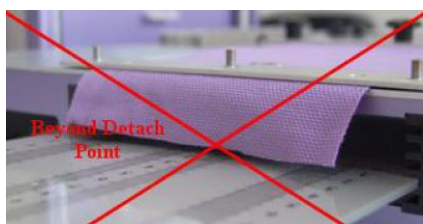
F... hodnota naměřené síly [N]

l... délka textilního proužku [m]. [8]



**Obrázek 2** Schematické znázornění přístroje TH5[8]

Pro vypracování diplomové práce bylo nutné použít manuální metodu určení ohybu materiálu, která vychází z manuálu počítačového programu V-Stitcher. Jedná se v podstatě o měření délky převisu textilie. Vzorek materiálu, který má obdélníkový tvar o rozměrech stran 10 a 22 cm, je upnut mezi dvě čelisti. Většina materiálu visí dolů a leží na spodní desce, vzorek materiálu se pomalu tahem posouvá po spodní desce až do bodu, kde se okraj tkaniny začne oddělovat od povrchu spodní desky (*Obrázek 4*). Okraj tkaniny však nesmí viset ve vzduchu (*Obrázek 3*), musí se dotýkat dolní desky.



**Obrázek 3** Nesprávné měření ohybu [12]



**Obrázek 4** Měření ohybu [12]

Měření se provádí vždy ve směru osnovy a útku a měří se délka tkaniny mimo okraj vzestupu, ta se může změřit např. pravítkem, viz *Obrázek 5*. [12]

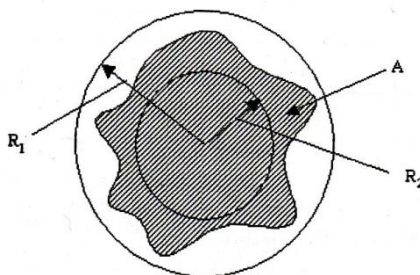


**Obrázek 5** Měření délky převisu tkaniny [12]

## 1.6 Splývavost

Splývavost textilie je definována jako její schopnost vytvářet esteticky působící záhyby při zavěšení v prostoru. Tyto záhyby jsou výsledkem prostorové deformace. U splývavosti se textilie podrobuje malým silám a deformacím, které jsou vyvozeny gravitačním zrychlením a rovnají se deformacím elastickým, tedy vratným. [10]

První přístroj pro měření splývavosti byl navržen v roce 1950, tento princip se většinou zachoval. Podle něho je součinitel splývavosti definován poměrem plochy průmětu převislé původně mezikruhové části textilie (s poloměrem  $R$ ) o ploše  $A$  uložené soustředně na kruhové podložce o poloměru  $r$  (Obrázek 6). Tak je vytvořeno mezikruží o ploše  $\pi(R^2 - r^2)$ .



Obrázek 6 Měření splývavosti[10]

Nechají-li se okraje mezikruží v převisu a ozáří se rovnoběžným svazkem světla, které je rovnoběžné s vertikální osou systému, promítne se mezikruží vlivem deformace do plochy  $A - \pi r^2$ . Poměr ploch  $A - \pi r^2$  a  $(R^2 - r^2)$  definuje součinitel splývavosti  $S$  (9), ten je dán vztahem:

$$S = \frac{A - \pi \cdot r^2}{\pi(R^2 - r^2)} \quad (9)$$

Během vývoje bylo navrženo ještě několik metod k hodnocení splývavosti textilií, které jsou však ve většině případů založeny na stejném principu, liší se především způsobem záznamu a počítačovým vyhodnocováním. Vyhodnocování splývavosti z plochy průmětu bylo nahrazeno metodou zpracování obrazu. Touto metodou je možné zjišťovat jak splývavost, tak i počet vytvořených laloků. [6]



V současné době je velice výhodné určovat součinitel splývavosti pomocí videokamery a programu Lucie, což je softwarový systém, který slouží ke zpracování a analýze barevného i černobílého obrazu. Umožňuje digitalizovat obraz snímáný kamerou, upravit ho na binární nebo vlastní obraz s různými přeryvy. Dále také umožňuje obrazy sekvenčně snímat a přehrávat.

Princip měření spočívá v nasvětlení kruhového vzorku, který je centrálně umístěn v přístroji a snímán kamerou proti osvětlenému bílému pozadí. Nasnímané sekvence obrazů jsou v další fázi přehrány softwarem obrazové analýzy, přičemž je zároveň změřena i plocha pozadí ve známé ploše. Výsledky měření jsou zpracovány tabulkovým procesorem. [6]

Pro výpočet koeficientu splývavosti (10) se používá tento vztah:

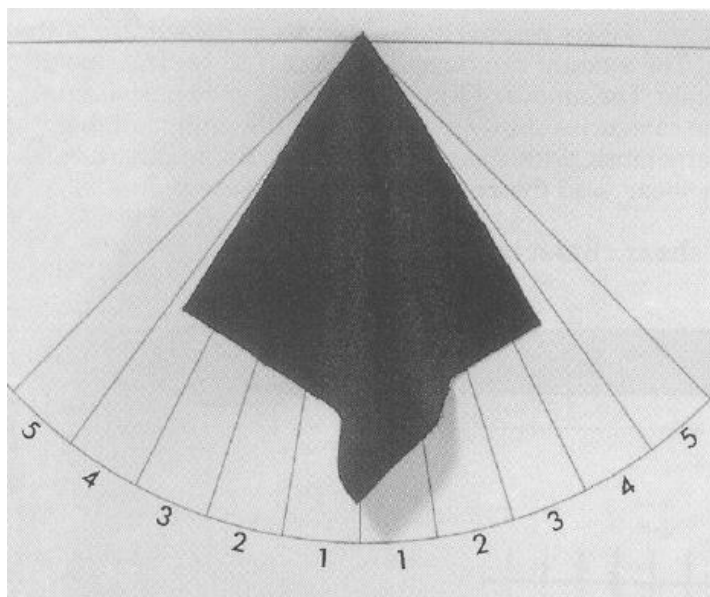
$$X = \frac{\pi \cdot R^2 - \sum p_i}{\pi \cdot R^2 - \pi \cdot r^2} \cdot 10^2 \quad [\%] \quad (10)$$

***R*** ... poloměr vystřiženého původního vzorku

***r*** ... poloměr podpěrné čelisti

***p<sub>i</sub>*** ... *i*-tá naměřená plocha pozadí [mm<sup>2</sup>]. [6]

Splývavost tkaniny je jednou z nejdůležitějších vlastností textilních materiálů, které přímo souvisí s vnímáním vzhledu oděvu během jeho nošení, jedná se tudíž o estetickou vlastnost. V oděvním průmyslu je velice důležité umět předvídat splývavost tkaniny, pochopit a zhodnotit jak bude daný materiál na vyhotoveném oděvu splývat. Touto problematikou se také ve své publikaci zabývá Winifred Aldrich, která navrhla jednoduchou a rychlou metodu pro posouzení splývavosti textilií (*Obrázek 7*).



**Obrázek 7** Měření splývavosti podle W. Aldrich[2]

Vzorek textilie o velikosti 20 x 20 cm je upevněn za jeden roh do středu měřicího kruhu. V tomto středu je vyznačena horizontální linie a kolmo na ni také linie vertikální, na obě strany od této vertikální linie poznačíme úhel o velikosti 45°. Vzniknou nám dvě oblasti, které dále rovnoměrně rozdělíme na pět stejných částí. Materiál, který splývá dolů z místa zavěšení, hodnotíme podle jednotlivých částí, do kterých ještě zasahují jeho okraje. V další fázi srovnáme výsledky měření se stupnicí, viz Tabulka 1. [2]

**Tabulka 1** Vyhodnocení splývavosti podle W. Aldrich [2]

Míra splývavosti				
Vysoká	Středně - vysoká	Střední	Středně - nízká	Nízká
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

Autorka se dále ve své publikaci zabývá měřením dalších zásadních charakteristik materiálu, mezi které patří např. smyk a roztažnost. Pro každou z vlastností je stejně jako pro měření splývavosti určena pětibodová stupnice, která materiály rozděluje do jednotlivých skupin. Winifred Aldrich uvádí, že následující měření jsou pouze „vizuální“, jelikož zde nejsou stanoveny přesné parametry měření jako například velikost síly působící na materiál při měření jeho roztažnosti. Přesnost měření může být také ovlivněna správným vystřížením vzorku materiálu. Vzorky materiálu mají kruhový nebo čtvercový tvar, čtvercové vzorky musí být vždy vystříženy ve směru osnovy a útku. [2]

## 1.7 Pružnost

Pružnost neboli elasticita může být definována jako schopnost materiálu deformovat se vlivem působení vnější síly a následně se po odstranění zatížení zotavit a navrátit se do původního tvaru. [8]

Deformace může být popsána jako vratná, čili elastická nebo nevratná, tedy plastická. Elastické – vratné deformace lze očekávat pouze v oblasti malých sil a deformací, kde je jejich průběh lineární. U strojnických materiálů je tato závislost popisována Hookeovým zákonem (11), který říká, že relativní prodloužení  $\varepsilon$  je při deformaci tahem přímo úměrné normálovému napětí  $\sigma$ . [8]

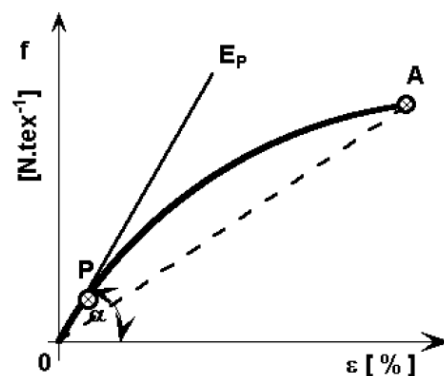
$$\sigma = E \cdot \varepsilon \quad [Pa] \quad (11)$$

E... Youngův modul pružnosti [Pa]

Tuto definici modulu pružnosti však nelze u textilních struktur použít, jelikož plocha průřezu vláken není přesně definována a z tohoto důvodu zde neplatí vztah:

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad [Pa] \quad (12)$$

U textilií tedy vycházíme z toho, že modul pružnosti je první derivací funkce tahové křivky, jinými slovy tečna ke křivce v počátku. Většinou je konstruována graficky a poté je změřen úhel  $\alpha$  a vypočítán  $\tan \alpha$ . Z těchto důvodů není také u textilií používán pojem Youngův modul pružnosti, ale pojem počáteční tangentový modul  $E_p$ . Bod P, kde tečna v počátku opouští tahovou křivku, je pak definován jako mez pružnosti, viz *Obrázek 8*.



**Obrázek 8** Modul pružnosti textilií [19]

Počáteční tangentový modul pružnosti (13) lze definovat jako první derivaci tahové křivky v bodě nula:

$$E_T(0) = \frac{df}{d\varepsilon} \quad [N / tex] \quad (13)$$

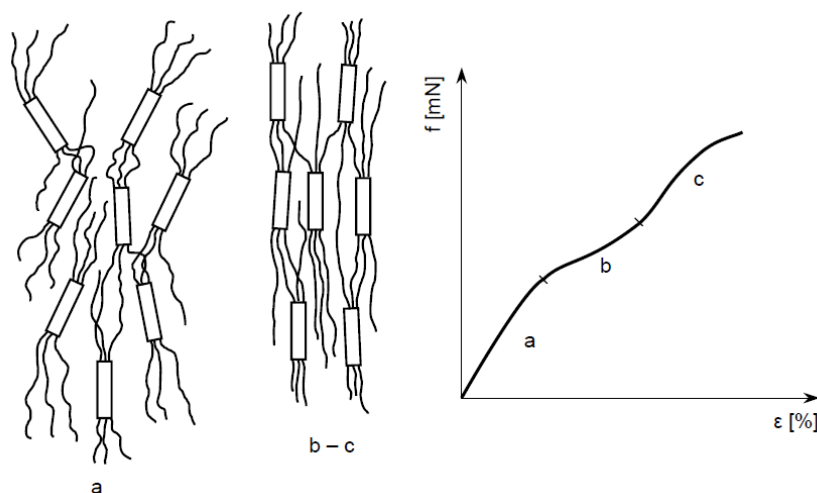
Na tahové křivce je možno také určit tzv. sekantový modul, což je spojnice dvou bodů na křivce. Pokud takto spojíme počátek a konec křivky dostáváme tzv. tuhost vlákna  $H$  (14). [9]

$$H = \frac{F(A)}{\varepsilon(A)} \quad [N / tex] \quad (14)$$

### 1.7.1 Tažnost

Natahováním vzorku dochází k jeho deformaci. Absolutní deformace je vyjádřena v milimetrech a relativní deformace do přetrhu neboli tažnost v procentech. Dle normy EN ISO 13934-1 je tažnost definována jako poměr prodloužení zkušebního vzorku k jeho výchozí délce, vyjádřený v procentech. Při měření tažnosti se v podstatě sleduje reakce plošné textilie na působení tahové síly. [4]

Tahová křivka se skládá ze tří částí, které do sebe plynule přecházejí (*Obrázek 9*). Křivky v počáteční fázi vykazují pevnost vazeb v amorfní oblasti, dochází k napřimování vláken v oblasti vazných bodů. V druhé fázi dochází k napřimování segmentů makromolekul, respektive k jejich prokluzu ve směru tahové síly. V poslední fázi se struktura vlivem těsnějšího seskupení zpevňuje novými vazbami, konečná pevnost vláken je tedy zvyšována až do meze pevnosti v tahu. [5]



**Obrázek 9** Průběh namáhání textilního vlákna v tahu [5]

## 1.7.2 Roztažnost

Roztažnost představuje poměrné zvětšení plochy vzorku vlivem tažnosti, vyjádřené v procentech. Faktorem roztažnosti se tedy vyjadřuje hodnota prodloužení materiálu při nastavené síle, kterou působí textilní materiál na oblečené lidské tělo. Hodnota faktoru roztažnosti představuje modifikaci stříhového dílu o přídavky ke konstrukčním úsečkám, pro materiály s vysokou roztažností se hodnoty přídaveků snižují a v některých případech dosahují dokonce záporných hodnot. [14]

### 1.7.2.1 Přídavky ke konstrukčním úsečkám

Jako vstupní parametry pro konstrukci oděvu se používají hodnoty, které odpovídají naměřeným tělesným rozměrům. Jedná se o rozměry výškové, obvodové, délkové, obloukové, šířkové, čelní, profilové a ostatní. Konstrukční úsečka (15) je vyjádřena rovnicí:

$$u_i = k_i \cdot T_r + a_i \pm p_i \quad (15)$$

$u_i$  – konstrukční úsečka

$k_i$  – koeficient, kterým je násoben daný tělesný rozměr tak, aby odpovídal stříhovému dílu, používá se převážně u šířkových a obvodových tělesných rozměrů

$T_r$  – tělesný rozměr změřený na postavě nebo uvedený ve velikostním sortimentu

$a_i$  – absolutní člen, je to hodnota přičtená k tělesným rozměrům, definována metodikou

$p_i$  – přídavky ke konstrukčním úsečkám

Přidavky ke konstrukčním úsečkám upravují, zvětšují nebo zmenšují vstupní parametry pro konstrukci oděvu. Jsou totožné s délkami odpovídajících myšlených úseček na povrchu lidského těla. Dle jejich funkčnosti se člení do několika skupin:

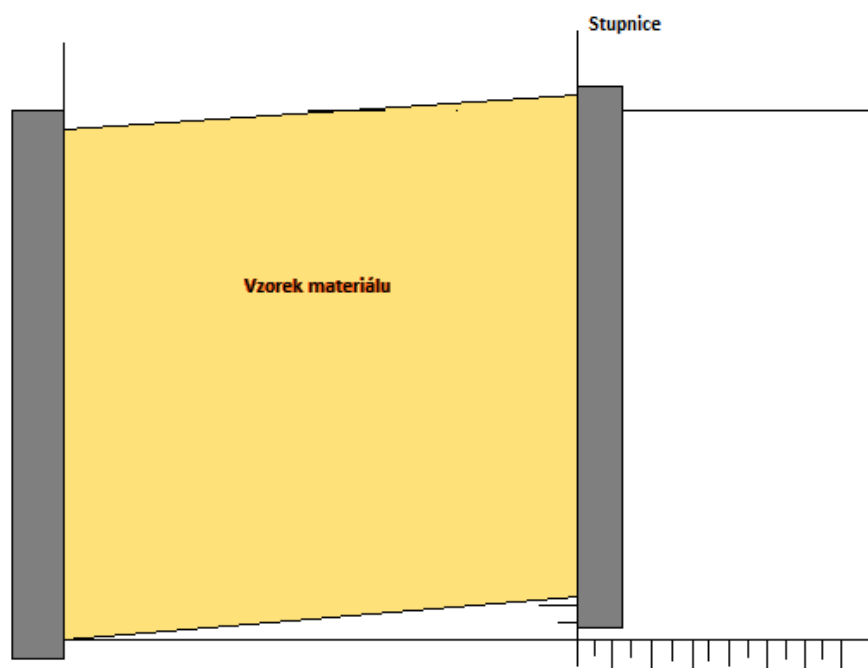
- přidavky technologické (na vlhkotepelné zpracování, na tepelnou fixaci),
- přidavky na tloušťku vrstev materiálu k tělesným obloukům,
- přidavky na volnost oděvu (fyziologicko-hygienické přidavky, dynamické, přidavky na volnost siluety, modelové přidavky a přidavky k osnovám).

Uvedené přidavky zajišťují komfortnost oděvu, volnost pohybu a zachování navržených rozměrů oděvu, proto je také důležité znát vlastnosti textilních materiálů, ze kterých bude oděv vyhotoven a zohlednit je již před konstruováním stříhových dílů. [13]

## **1.8 Smyk**

Míru smyku materiálu lze vyjádřit jako možnou deformaci ve směru osnovy i útku při působení síly ve stříhu. Hodnota smyku materiálu je velice důležitá, jelikož přispívá k lepšímu padnutí oděvu. Z tohoto důvodu je možné považovat smyk za výhodný nebo naopak nevýhodný. Je-li jeho hodnota příliš vysoká, pak může způsobovat problémy při nošení daného oděvu. [2]

Dle W. Aldrich se smyk měří pomocí horizontální stupnice a čtvercového vzorku daného materiálu o velikosti jeho strany 20 cm. Vzorek materiálu je přidržován dvěma pravítky ve vzdálenosti 2 cm od okraje. Pravítkem umístěným v levé ruce je materiál přidržován a pravítkem v pravé ruce je materiál posunován ve vertikálním směru po vyznačeném měřítku, na kterém je následně změřen smyk materiálu, viz *Obrázek 10*.



**Obrázek 10** Měření smyku textilie podle W. Aldrrich [2]

Tabulka 2 uvádí stupnici pro vyhodnocení velikosti smyku, textilie s hodnotou smyku vyšší než 5 cm jsou považovány za textilie s vysokým smykem, hodnoty od 0 do 5 cm byly rozřazeny do pěti divizí. [2]

**Tabulka 2** Vyhodnocení míry smyku [cm] podle W. Aldrrich [2]

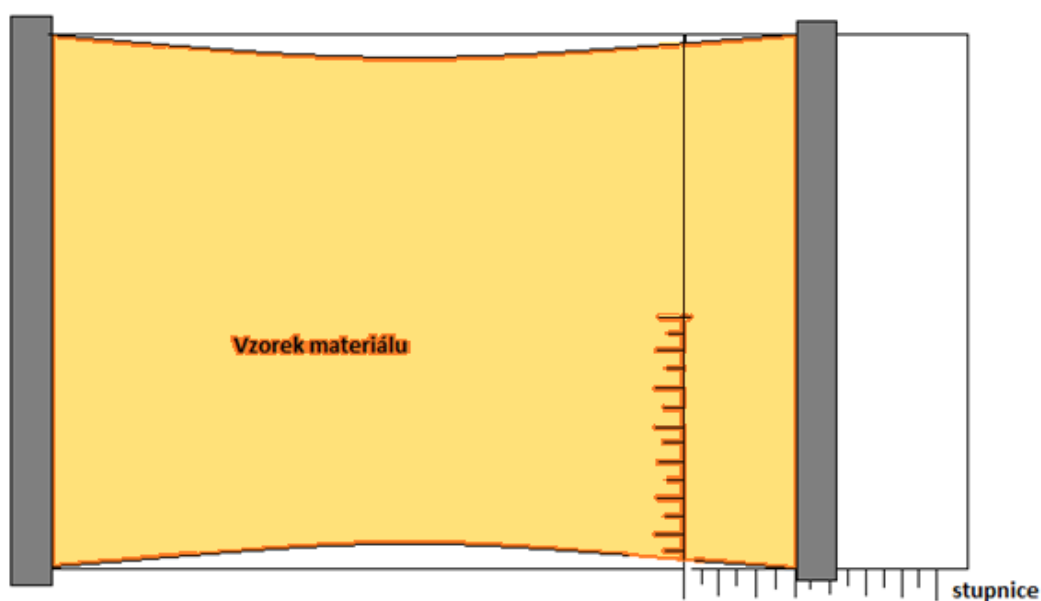
1	2	3	4	5
Velký smyk 5 +	Středně-vysoký 4,9 – 3,5	Střední 3,4 - 2	Středně-nízký 1,9 – 0,5	Nízký smyk 0,4 - 0

Obdobně jako smyk je měřena i roztažnost materiálu. Na vytvořenou stupnici se přiloží čtvercový vzorek materiálu a přidržuje se pomocí dvou pravítek, které jsou umístěny stejným způsobem jako v předchozím případě. Pravítkem v levé ruce se opět nepohybuje, pouze se jím přidržuje vzorek materiálu. Pravítko v pravé ruce je přitlačeno k materiálu, aby se neprokluzoval, a je jím posunováno ve směru horizontální stupnice. Na horizontální stupnici je odečtena roztažnost materiálu, která se následně vyhodnotí, viz Tabulka 3. Tkanina, která má roztažnost větší než 3,5 cm se označuje za vysoce-roztažitelnou. [2]

**Tabulka 3** Vyhodnocení roztažnosti [cm] podle W. Aldrich [2]

1	2	3	4	5
Vysoká <b>3,5 +</b>	Středně - vysoká <b>3,4 – 2,5</b>	Střední <b>2,4 – 1,5</b>	Středně - nízká <b>1,4 – 0,5</b>	Nízká <b>0,4 – 0</b>

Zároveň s roztažností v příčném směru, lze také ještě změřit zkrácení ve směru podélném (*Obrázek 11*).



*Obrázek 11* Schematické znázornění měření roztažnosti podle W. Aldrich [2]

Autorka ve své knize nevyhodnocuje roztažnost pouze kategorizací jednotlivých materiálů do příslušné divize, ale také uvádí vztah pro výpočet procenta roztažnosti (16): [2]

$$R = \frac{\text{velikost roztažnosti [cm]}}{20} \cdot 100 \text{ [\%]} \quad (16)$$



## 2 KES-FB (Kawabata Evaluation System)

Nejznámější a nejběžněji používaný přístroj, který byl v letech 1974-1978 navržen japonským profesorem S. Kawabatou, je určen k nedestruktivnímu hodnocení mechanických vlastností textilií. Systém měření se skládá ze čtyř měřících přístrojů a umožňuje v základu testování šesti základních mechanických charakteristik, mezi které patří:

- tah,
- smyk,
- ohyb,
- stlačitelnost,
- koeficient tření,
- drsnost.

Tyto charakteristiky mohou být dále ještě rozčleněny na 16 podrobnějších mechanických vlastností. Na základě těchto vlastností je možné dále také stanovit THV (Total Hand Value), hodnocení omaku. [7]

### 2.1 KES FB1

Tímto přístrojem je možné určovat elastický modul v tahu  $E$  a elastický modul ve smyku, což jsou základní moduly materiálů, tedy i textilií. [7]



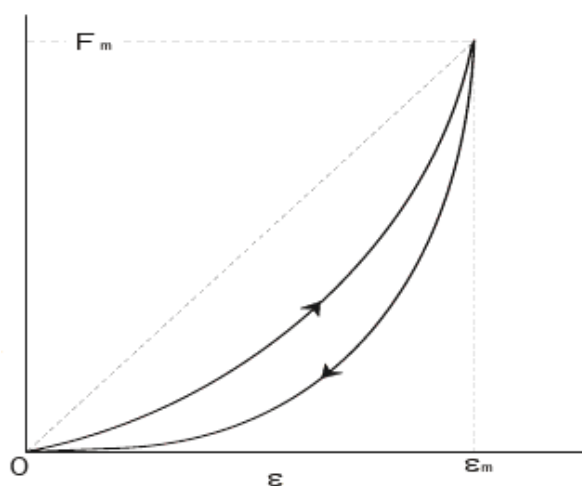
**Obrázek 12 KES FB1[13]**

### 2.1.1 Tahové charakteristiky

Přístroj měří reakci textilie při působení tahového namáhání ve dvou na sebe kolmých směrech (osnovy a útku). Vzorek testované textilie je upnut mezi dvě čelisti, které jsou dlouhé 20 cm a vzdálené od sebe 5 cm. Přední čelist je pevná, zadní se pohybuje rychlostí 0,2 mm/s a namáhá vzorek textilie na tah do meze  $F_m$ . [7]

Měření probíhá ve dvou fázích. V první fázi při zjišťování tahových charakteristik pomocí systému KES FB1 (*Obrázek 12*) dochází k deformaci materiálu vlivem axiálního tahového namáhání. Nejprve se vyrovnávají příze textilie, v důsledku toho dochází k zpevňování struktury textilního materiálu, čímž dochází také ke vzniku tření v místě vazných bodů. V druhé fázi nastává odlehčení a je postupně zaznamenáván jeho zotavovací proces.

Materiál je namáhán až do hodnoty maximálního tahového zatížení, které odpovídá 490 N/m. Právě v této chvíli je protažení materiálu maximální. K zotavení materiálu nedojde ihned, ale až po uplynutí určitého času. Proto je možné na křivce zotavení pozorovat hysterezi (*Obrázek 13*), jejíž mírou je plocha mezi křivkou růstu a poklesu napětí. [13]



**Obrázek 13** Tahová charakteristika [13]

$F$  – tahové zatížení.

$F_m$  – maximální tahové zatížení = 490 N/m.

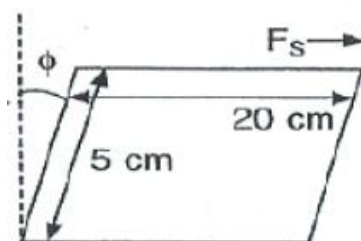
$\varepsilon$  – tahová deformace [%].

$\varepsilon_m$  – horní mez tahové deformace při maximálním tahovém zatížení.

## 2.1.2 Smykové charakteristiky

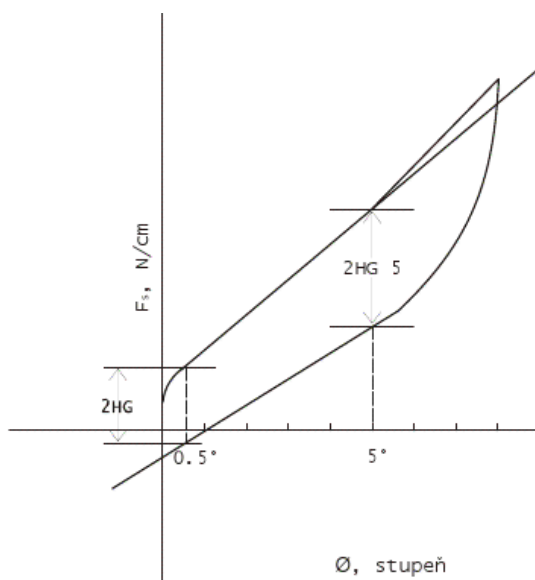
Přístroj měří reakci textilie při působení smykové síly (*Obrázek 14*). Měření se provádí zvlášť ve směru osnovy a ve směru útku, kdy je vzorek testované textilie upevněn mezi dvě čelisti dlouhé 20 cm a vzdálené od sebe 5 cm. Přední čelist je pevná a zadní čelist se pohybuje rovnoběžně s osou bubnu v rozmezí  $\pm 8^\circ$ . [14]

Měření smykových charakteristik probíhá též ve dvou fázích. V první fázi je vzorek deformován smykovou silou, v této chvíli se v textilii vytváří vysoký počáteční smykový odpor. V druhé fázi dochází k překonání mezivláknenného tření ve vazných bodech textilie.



**Obrázek 14** Působení smykové síly na textilii [14]

Mez namáhání (*Obrázek 15*) je stanovena úhlem smyku,  $\phi = 8^\circ$  při konstantním napětí vzorku textilie, které je stanoveno na 10 [gf/cm]<sup>1</sup>. [7]



**Obrázek 15** Závislost smykové síly na úhlu smyku [7]

<sup>1</sup> 1 gf/cm odpovídá cca 0,98 N/m.

<sup>2</sup> Dotazníkové šetření bylo realizováno prostřednictvím internetu, dotazník je dostupný na adrese:

Tuhost ve smyku  $G$  je určena jako sklon přímky mezi úhly  $\phi = 0,5^\circ$  a  $\phi = 2,5^\circ$ .

2HG – hystereze smykové síly při smykovém úhlu  $\pm 0,5^\circ$  [N/m].

2HG 5 – hystereze smykové síly při smykovém úhlu  $\pm 5^\circ$  [N/m].

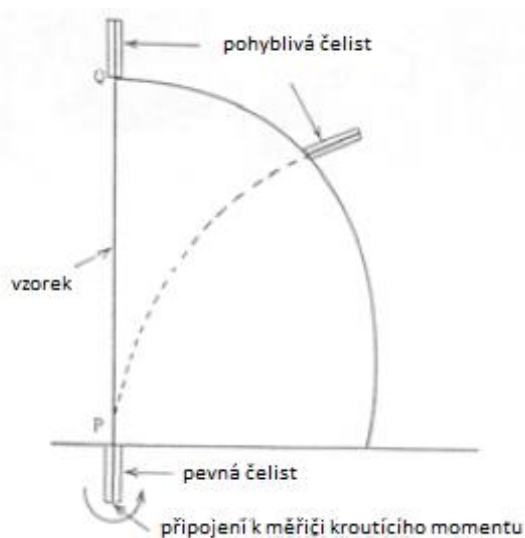
## 2.2 KES FB2

Tento přístroj je určen pro testování ohybových vlastností (ohybové tuhosti, ohybového momentu) textilií, netkaných textilií a přízí. [7]



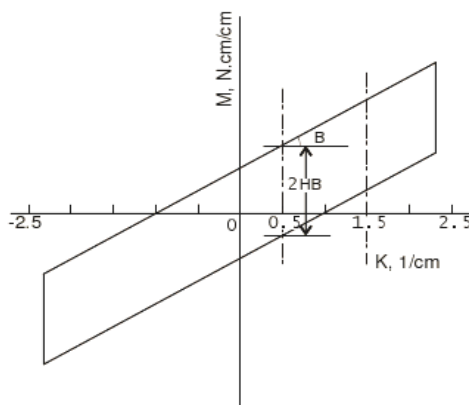
**Obrázek 16** Přístroj KES FB2[13]

Při měření ohybu na systému KES FB2 je sledována reakce plošné textilie na působení ohybové síly. Měření se provádí zvlášť ve směru osnovy a ve směru útku, kdy je vzorek testované textilie upnut mezi dvě čelisti, dlouhé 20 cm a vzdálené od sebe 1 cm. Přední čelist je pevná a zadní čelist se pohybuje rychlostí  $0,5 \text{ cm}^{-1}/\text{s}$  a namáhá vzorek textilie na ohyb až do meze křivosti  $K_m \pm 2,5 \text{ cm}^{-1}$  (Obrázek 17).



**Obrázek 17** Schematické znázornění ohybu textilie [7]

Hodnota ohybové tuhosti je definována jako sklon přímky mezi křivostí  $K=0,5$  a  $K=1,5$  viz *Obrázek 18*. [13]



**Obrázek 18** Závislost ohybového momentu na mezi křivost[13]

$B$  – tuhost v ohybu tkaniny na jednotku délky [ $\text{N.cm}^2/\text{cm}$ ].

$2HB$  – moment hystereze na jednotku délky [ $\text{N.cm/cm}$ ].

$M$  – ohybový moment [ $\text{N.cm/cm}$ ].

### 2.3 KES FB3, FB4

Přístroj KES FB3 (*Obrázek 20*) se používá pro testování kompresních vlastností jako je tloušťka a stlačitelnost textilií a fólií. KES FB4 (*Obrázek 19*) se využívá pro testování povrchových vlastností textilií, papíru, netkaných textilií a fólií. [13]



**Obrázek 19** KESFB4[13]



**Obrázek 20** KES FB3[13]

Tyto dva moduly nebyly pro účel vypracování diplomové práce použity, proto nejsou blíže popsány.

### **3 Gerber Garment Technology (GGT)**

Americká firma, patřící mezi přední výrobce CAD a CAM systému, byla založena v roce 1968. Technologie GERBER poskytuje rozsáhlou řadu počítačem podporovaných prostředků předvýroby, design, zpracování, nakládání a systémy výrobních jednotek. Firma nabízí řešení automatizace z hlediska rozmanitosti průmyslu, včetně oděvního, automobilového, leteckého, nábytkářského a dalších odvětví. [18]

Distributoři firmy Gerber Technology mají sídlo ve více než 110 zemích na celém světě. V České republice je tato firma zastoupena firmou ZADAS s.r.o. Produkty jsou na trhu v České a Slovenské republice od roku 1985, za tuto dobu se staly známými a uznávanými. Firma poskytuje komplexní automatizaci technické přípravy výroby, stříhářen, systémy pro stupňování a polohování stříhů, plottery, nakládací linky a automatické stříhací stoly. [18]

#### **3.1 Produkty firmy Gerber Technology**

Produkty, kterými se bude tato diplomová práce zabývat:

- AccuMark
- V-Stitcher

##### **3.1.1 AccuMark**

Software AccuMark je normou pro konstrukci stříhů, stupňování a polohování. Obsahuje kompletní sadu nástrojů pro tvorbu stříhů, dále také mnoho nástrojů, které splňují rychle se měnící se potřeby dnešního oděvnictví. Aplikace AccuMark umožňuje pomocí automatizace zhotovit více výrobků a díky elektronickému ukládání dat chrání podnikání – spoří prostor. Software AccuMark urychluje a usnadňuje:

- konstrukci stříhů a stupňování, polohování, čímž také šetří materiál,
- správu dat a komunikaci,
- řízení stříhacích procesů (dokumentace softwaru AccuMark). [16]

### 3.1.2 V-Stitcher

Tento program umožňuje opravdovou 3D (3 - rozměrnou) vizualizaci na realistickém ztělesnění. Napodobuje tkaninu, oblečení a dobré padnutí oděvu jejich zobrazením na virtuálním těle. K tomu využívá data, ve kterých jsou uloženy stříhy a tkaniny. Vytváří virtuální oděvy z 2D šablon z Gerbrova AccuMarku PDS – Pattern Design Software, které lze prohlédnout na 3D lidském těle a zkontrolovat jejich padnutí.

V-Stitcher snižuje počet potřebných ušitých vzorků, čímž drasticky snižuje čas potřebný k vývoji a odzkoušení. Pokud střih oděvu postavě nevyhovuje, je možné šablony modifikovat v programu V-Stitcher a změny bez námahy poslat do AccuMarku. [17]

#### 3.1.2.1 Volitelné softwarové komponenty

- V-Styler<sup>TM</sup> – umožňuje konstruktérům realisticky simulovat řasení látek na oděvech v 3D zobrazení, navrhopat barvy a vzory.
- C-ME<sup>TM</sup> – volný prohlížeč, který umožňuje na odloučených stanicích prezentaci kolekcí nebo v reálném čase spolupráci na doladění tvaru a dezénu výrobku při společném sezení. [17]


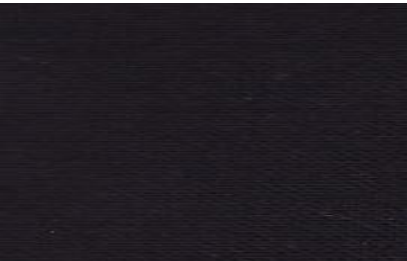

Za účelem vypracování této diplomové práce byl vybrán pro simulaci oděvu ve 3D program V-Stitcher, protože je kompatibilní s ostatními CAD systémy např. Lectra, AccuMark nebo Investronica. Mezi další systémy zabývající se 3D zobrazením oděvu patří např. francouzské programy OptiTex, C-design.

## Experimentální část

### 4 Charakteristika vybraných druhů materiálu

Byly vybrány tři jednoduše strukturované tkaniny v plátňové vazbě s nízkou hmotností a různým obsahem bavlněných a polyesterových vláken, typické tkaniny používané pro vyhotovení lehkých oděvů, viz Tabulka 4.

**Tabulka 4** Charakteristika materiálů

Materiál	Hmotnost	Dostava	Složení materiálu
 číslo 1	27, 15 [g/m <sup>2</sup> ]	Osnova: 360 nití/10 cm  Útek: 340 nití/10 cm	100% bavlna
 číslo 2	75, 8 [g/m <sup>2</sup> ]	Osnova: 480 nití/10 cm  Útek: 380 nití/10 cm	30% bavlna 70% polyester
 číslo 3	61, 44 [g/m <sup>2</sup> ]	Osnova: 620 nití/10 cm  Útek: 280 nití/10 cm	100% polyester

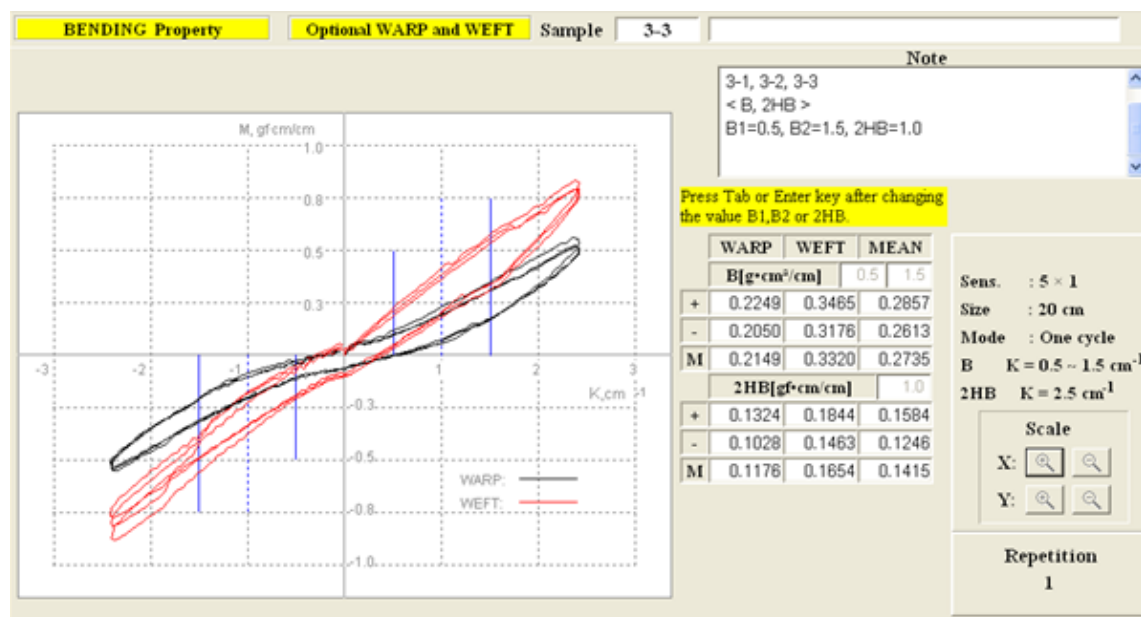


Plošná hmotnost byla měřena pomocí analytických digitálních vah, vážen byl vzorek o velikosti 20 x 20cm, získaná hodnota byla následně přepočítána na  $1\text{m}^2$ . Jednotlivé naměřené hodnoty jsou uvedeny v příloze 2.1, průměrné hodnoty plošné hmotnosti pak viz Tabulka 4.

Mezi mechanické parametry, které byly měřeny pomocí systému KES – FB patří ohybová tuhost, tažnost, smyk, dále byla také měřena tloušťka materiálu a splývavost. Všechny zkoušky byly prováděny za normálního ovzduší pro zkoušení, tedy  $20^\circ \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $\varphi = 65 \% \pm 2\%$ .

#### 4.1 Měření ohybové tuhosti

Měření ohybových charakteristik (Obrázek 21) bylo provedeno pomocí přístroje KES FB2 za standardně nastavených podmínek. Ohybové vlastnosti byly stanoveny při ohýbání vzorku do meze křivosti  $\pm 2,5\text{ cm}^{-1}$ .



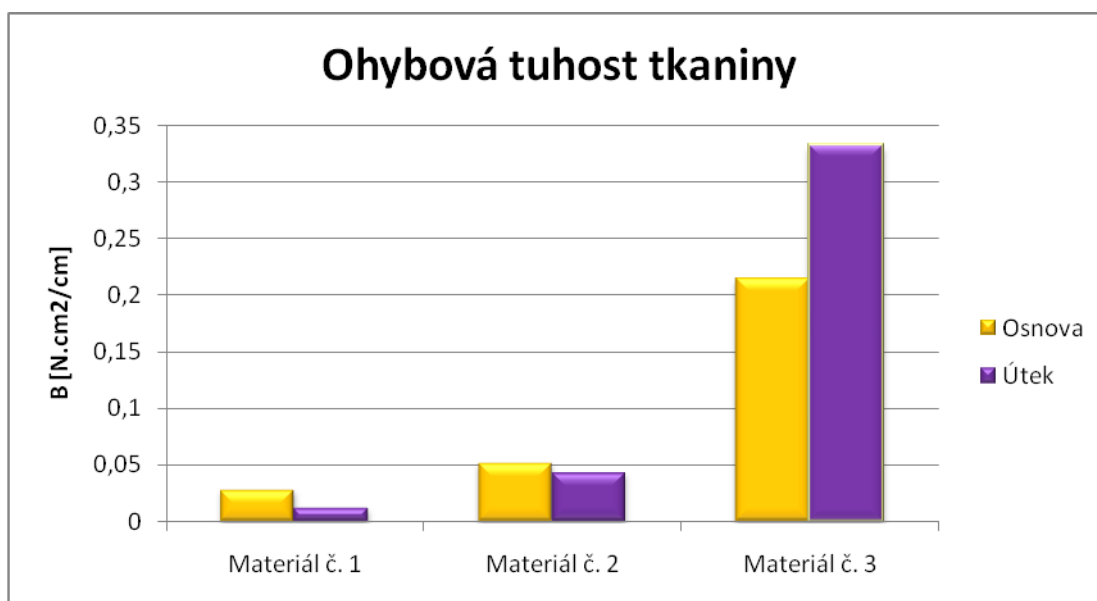
**Obrázek 21** Změřené ohybové charakteristiky pomocí systému KES FB2 (mat. č. 3)

Každý vzorek tkaniny byl měřen třikrát ve směru osnovy a útku, z těchto měření byly vypočítány průměrné hodnoty ohybové tuhosti **B** (viz Tabulka 5), ze kterých byl dále pro názornost vyhotoven graf (Obrázek 22). Z ohybové křivky lze ještě určit hodnotu **2HB**, což je moment hystereze na jednotku délky [N.cm/cm].

**Tabulka 5** Ohybové charakteristiky měřené pomocí systému KES FB2

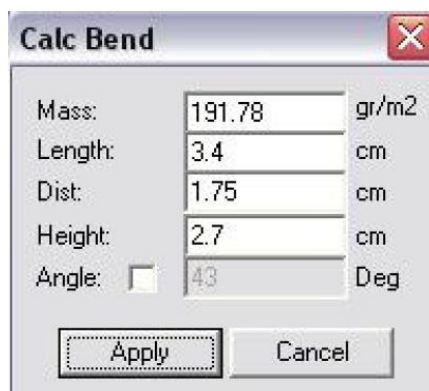
Číslo materiálu	Tuhost v ohybu [N.cm <sup>2</sup> /cm]		Moment hystereze [N.cm/cm]	
	osnova	útek	osnova	Útek
1	0,0279	0,0122	0,0723	0,0123
2	0,0516	0,0433	0,053	0,0492
3	0,2149	0,3320	0,1176	0,1415

Z grafu vyplývá, že nejvyšší ohybovou tuhost má materiál č. 3, který je vyrobený ze 100 % polyesteru a má nejhustší dostavu. U tohoto materiálu lze tudíž nejlépe pozorovat závislost ohybového momentu na křivosti, viz *Obrázek 21* (pro ostatní materiály jsou grafy závislosti ohybového momentu na křivosti uvedeny v příloze 1.1). Naopak nejnižší ohybovou tuhost má materiál č. 1, ten se skládá ze 100 % bavlny a jeho dostavu tvoří pouze 340 nití v útku a 360 nití v osnově.



**Obrázek 22** Graf naměřené ohybové tuhosti tkanin pomocí systému KES

Pro vypracování diplomové práce bylo dále nutné použít ještě manuální metodu určení ohybu materiálu, která vychází z manuálu pro program V-Stitcher. Jednotlivé naměřené hodnoty jsou uvedeny v příloze 2.2. Jedná se o naměřenou délku převisu textilie, ze kterého si program pomocí dalších zadaných údajů (plošné hmotnosti, vzdálenosti převisu od měřícího zařízení a výšky zařízení) v kalkulátoru ohybu (*Obrázek 23*) sám vypočítá ohybovou tuhost textilie.



**Obrázek 23** Kalkulátor pro výpočet ohybové tuhosti textilie

## 4.2 Měření stupně roztažnosti materiálu

Byly popsány dvě metody měření roztažnosti materiálu:

- objektivní měření roztažnosti materiálu, pomocí KES systému
- subjektivní měření roztažnosti materiálu podle Winifred Aldrich

### 4.2.1 Objektivní měření roztažnosti materiálu

Pro dané vzorky materiálu bylo provedeno měření tahových charakteristik (*Obrázek 24*) pomocí systému KES FB1 (pro jednotlivé materiály jsou výstupy z KES systému FB1 uvedeny v příloze 1.2). Na základě tahové křivky byly stanoveny čtyři parametry:

EMT - Tahová deformace [%]

WT - Tahová energie na jednotku plochy [N.m/m<sup>2</sup>]

$$WT = \int_0^{Em} F \cdot dE \quad (17)$$

LT – Linearita křivky zatížení – prodloužení [-]

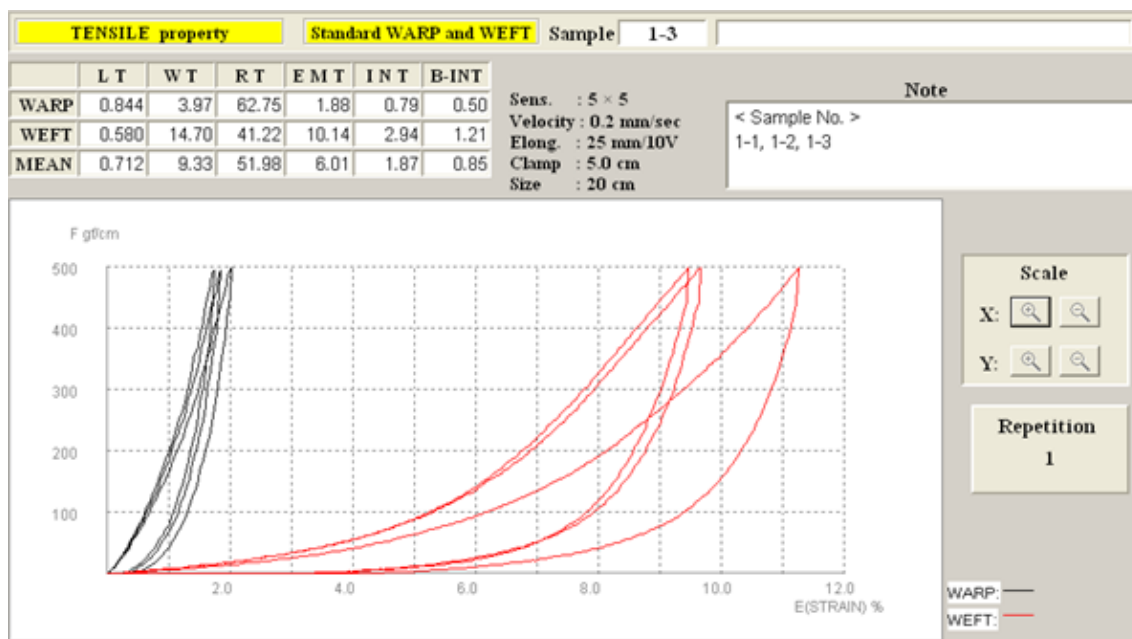
$$LT = \frac{WT}{Fm \cdot Em/2} \quad (18)$$

RT – Tahové elastické zotavení [%]

$$RT = \frac{WT'}{WT} \cdot 100 \quad (19)$$

WT' - Energie ve zpětné fázi, kde F' - síla ve zpětné fázi. [7]

$$WT' = \int_0^{Em} F' dE \quad (20)$$



**Obrázek 24** Tahové charakteristiky naměřené na systému KES FB1 (mat. č. 1)

Roztažnost jednotlivých druhů materiálu je určena hodnotou EMT [%], viz Tabulka 6.

**Tabulka 6** Roztažnost materiálu naměřena pomocí systému KES FB1

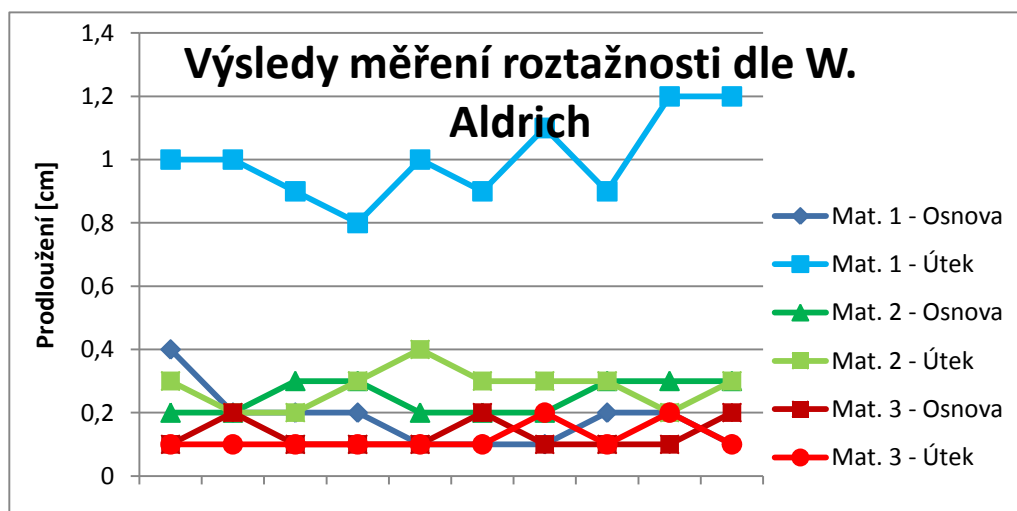
Číslo materiálu	Roztažnost ve směru osnovy	Roztažnost ve směru útku
	[%]	[%]
1	1,88	10,14
2	3,88	3,11
3	1,29	1,54

Výrazně nejvyšší procento roztažnosti bylo naměřeno u materiálu č. 1, a to ve směru útku, což lze pozorovat i na grafu tahové křivky, viz *Obrázek 24*. Nejmenší tažnost byla zaznamenána u materiálu č. 3, který se skládá ze 100 % polyesteru a má také nejvyšší počet nití v osnově a útku.

#### 4.2.2 Subjektivní měření roztažnosti materiálu

Měření roztažnosti podle Winifred Aldrich popsané v kapitole 1.6 se ukázalo být velmi náročné na provedení. Velikost naměřených hodnot ovlivňuje nejenom velikost manuální zručnosti a síly, kterou je hodnotitel schopný vynaložit, ale i povrch měřeného materiálu. Pro usnadnění pokusu bylo vyhotoveno a následně použito primitivní upínací zařízení, díky kterému materiál při napínání neprokluzuje (upínací zařízení je zobrazeno

v příloze 2.3), jako tomu bylo v případě použití dvou pravítek. Měření bylo realizováno na 10 vzorcích materiálu, jednotlivé hodnoty znázorňuje graf, viz *Obrázek 25*, na kterém si nelze nevšimnout vysokých hodnot, naměřených u materiálu č. 1 ve směru útku. Je zde také znázorněno kolísání mezi jednotlivými hodnotami, které může být zapříčiněno tím, že hodnotitel není schopen při opakujícím se měření vynaložit stejně velkou sílu, kterou působí na vzorek materiálu.



*Obrázek 25* Graf naměřené roztažnosti dle W. Aldrich

Ze získaných hodnot, které jsou uvedeny v příloze 2.3, byla vyhodnocena hodnota průměrná a následně také vypočítáno procento roztažnosti, viz Tabulka 7.

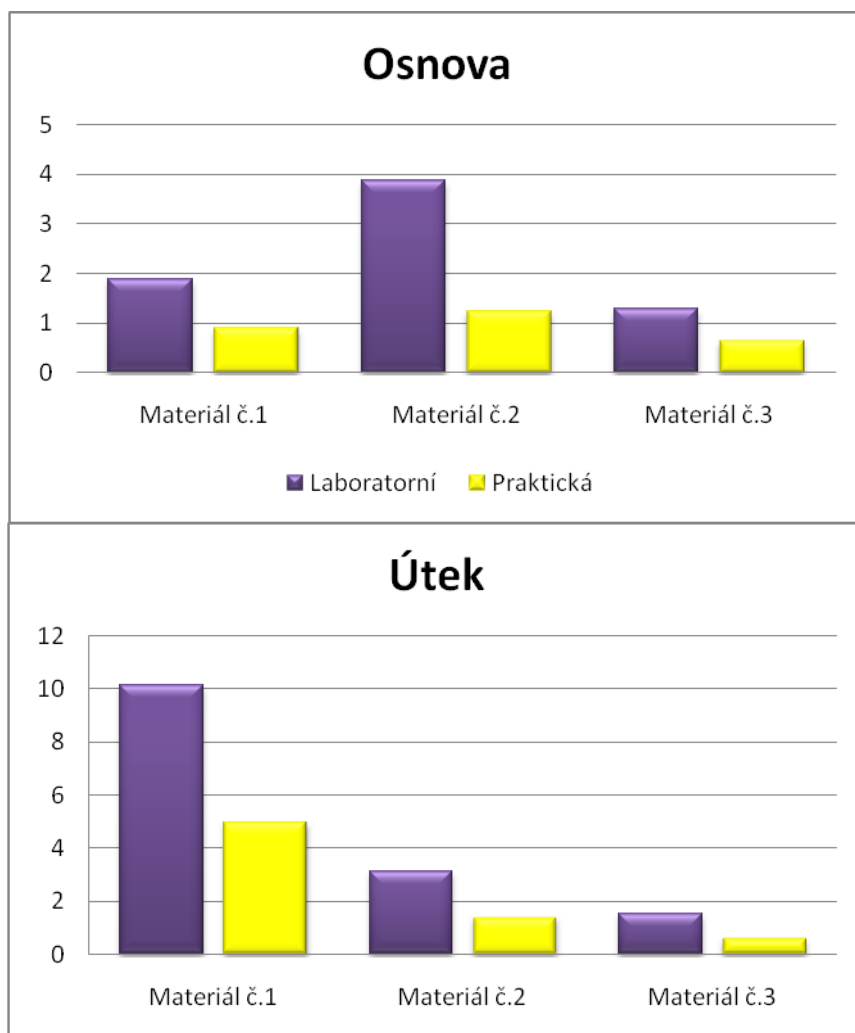
**Tabulka 7** Průměrné hodnoty naměřené roztažnosti podle W. Aldrich

Materiál	Měření ve směru osnovy		Měření ve směru útku	
	Prodloužení [cm]	Roztažnost [%]	Prodloužení [cm]	Roztažnost [%]
1	0,18	0,9	1	5
2	0,25	1,25	0,28	1,4
3	0,13	0,65	0,12	0,6

#### 4.2.3 Porovnání objektivní a subjektivní metody měření roztažnosti

Bylo provedeno srovnání obou metod z hlediska přesnosti měření a vlivu lidského faktoru na něj. Průměrné naměřené hodnoty roztažnosti subjektivní metodou dle W. Aldrich neodpovídají objektivnímu měření, jsou výrazně nižší.

### Srovnání naměřené roztažnosti metodou laboratorní a praktickou



**Obrázek 26** Grafy pro porovnání metodiky laboratorní a praktické

Obrázek 26 ukazuje, že naměřené hodnoty procenta roztažnosti metodou subjektivní jsou podstatně nižší, než hodnoty naměřené pomocí systému KES FB1. Bude to pravděpodobně způsobeno tím, že hodnotitel není schopen působit na vzorek materiálu konstantní silou o velikosti 490N.

### 4.3 Měření smyku textilie

Byly popsány dvě metody měření smyku materiálu:

- objektivní měření smyku materiálu, pomocí KES systému
- subjektivní měření smyku materiálu podle Winifred Aldrich

### 4.3.1 Objektivní měření smyku textilie

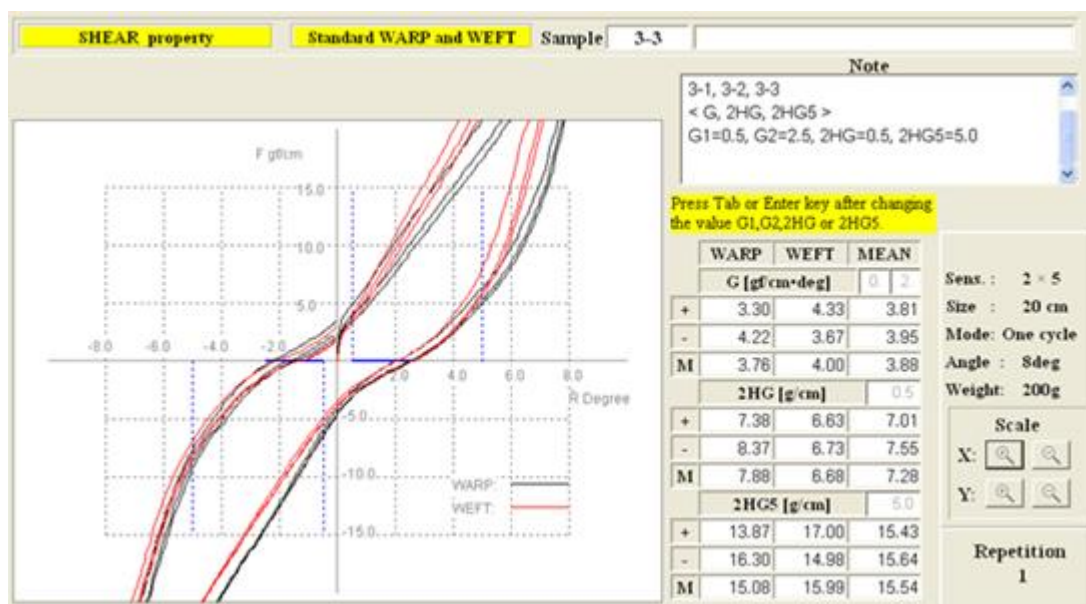
Měření smykových charakteristik bylo realizováno na přístroji KES – FB2 za standardně nastavených podmínek. Smykové vlastnosti byly tedy stanoveny při namáhání vzorku pod úhlem smyku  $\phi = 8^\circ$  za konstantního napětí vzorku textilie, které je určeno na  $10 \text{ gf/cm}^2$ . Každý vzorek tkaniny byl měřen třikrát ve směru osnovy a útku, z těchto měření byly stanoveny průměrné hodnoty tuhosti ve smyku G (Tabulka 8).

**Tabulka 8** Tuhost ve smyku G

Materiál č.	Smyková tuhost [N/m.deg]	
	Osnova	Útek
1	0,38	0,34
2	1,75	1,72
3	3,76	4,00

Pomocí grafu smykových charakteristik lze ještě určit hysterezi smykové síly 2HG při smykovém úhlu  $\pm 0,5^\circ$  a hysterezi smykové síly 2HG 5 při smykovém úhlu  $\pm 5^\circ$  (Obrázek 27), pro jednotlivé materiály jsou naměřené smykové charakteristiky uvedeny v příloze 1.3.

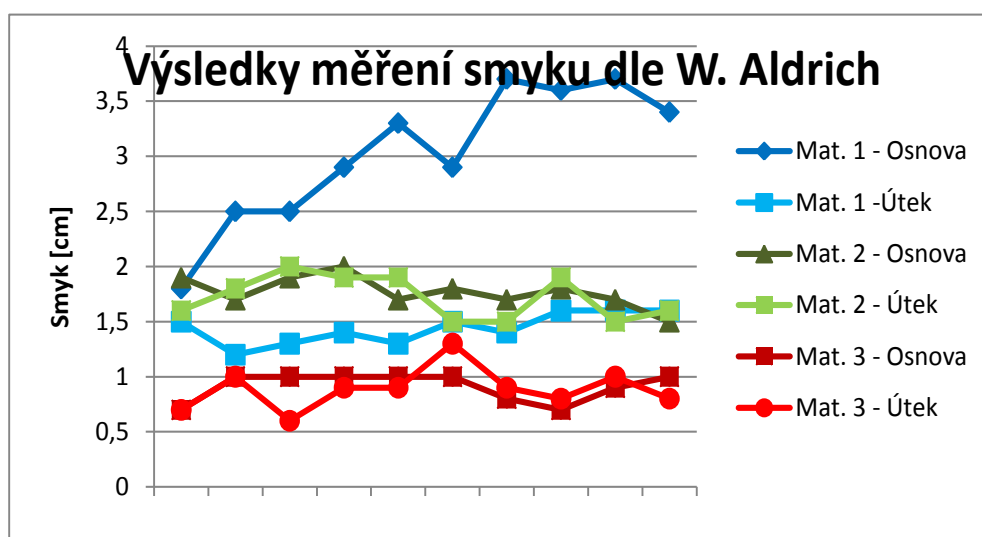
Nejvyšší tuhost ve smyku G a hysterezi 2HG při úhlu smyku  $0,5^\circ$  ( $7,28 \text{ g/cm}$ ) má tkanina č. 3, výstup z KES systému pro tuto tkaninu je znázorněn na obrázku 26. Hustota dostavy je 620 nití v osnově a 280 nití v útku. Naopak nejnižší tuhost ve smyku má tkanina č. 1, ta má nejnižší dostavu (počet nití v osnově činí 360 a v útku 340) i plošnou hmotnost ( $27,15 \text{ g/m}^2$ ). U tkaniny č. 1 byla také zaznamenána nejnižší hodnota hystereze 2HG ( $0,67 \text{ g/cm}$ ).



Obrázek 27 Naměřené smykové charakteristiky na systému KES - FB2(mat. č. 3)

#### 4.3.2 Subjektivní měření smyku textilie

Měření smyku dle Winifred Aldrich se ukázalo být též složité na provedení, stejně jako měření stupně roztažnosti, proto i při měření míry smyku textilie bylo pro usnadnění pokusu použito primitivní upínací zařízení, které se uplatnilo již v předchozí zkoušce. Díky tomuto zařízení materiál mezi lištami neprokluzoval a bylo možné realizovat měření na deseti vzorcích materiálu. Získané hodnoty, které jsou uvedeny v příloze 2.4, byly pro názornost ještě graficky zpracovány (Obrázek 28).



Obrázek 28 Graf naměřených hodnot smyku dle W. Aldrich



Naměřené hodnoty opět nejvíce kolísají u materiálu č. 1, tentokrát ale ve směru osnovy, tento materiál má nejnížší plošnou hmotnost a jeho dostava je nejřidší. Variabilita jednotlivých měření může být opět způsobena tím, že tato metoda je pouze subjektivní a míra smyku není omezena mezním úhlem, záleží zde tudíž pouze na pocitu daného hodnotitele. Pouze pro orientační zjišťování míry smyku by však tato metoda mohla posloužit a být považována za dostačující. Materiál č. 3 má hodnoty nejnížší, tedy jeho smyková tuhost je nejvyšší a materiál č. 2 se nachází ve středním pásmu, stejně tomu bylo i při zjišťování smykové tuhosti pomocí systému KES – FB2.

#### 4.4 Mechanické vlastnosti měřené pomocí systému KES FB

Níže v tabulce (Tabulka 9) je uveden přehled všech naměřených mechanických vlastností textilií pomocí systému KES FB.

**Tabulka 9** Přehled naměřených charakteristik pomocí systému KES

Měřená vlastnost	Vzorek materiálu č. 1			Vzorek materiálu č. 2			Vzorek materiálu č. 3		
	osnova	útek	průměr	osnova	útek	průměr	osnova	útek	Průměr
<b>Tahové charakteristiky</b>									
<b>LT</b> [-]	0,844	0,58	0,712	0,798	0,835	0,812	0,946	0,92	0,933
<b>WT</b> [N.m/m <sup>2</sup> ]	3,97	14,7	9,33	7,65	6,48	7,07	3,05	3,53	3,29
<b>RT</b> [%]	62,75	41,22	51,98	64,76	69,17	66,47	78,7	82,55	80,63
<b>EMT</b> [%]	1,88	10,14	6,01	3,88	3,11	3,49	1,29	1,54	1,41
<b>Ohybové charakteristiky</b>									
<b>B</b> [N.m <sup>2</sup> /m]	0,0279	0,0122	0,02	0,0516	0,0433	0,0475	0,2149	0,332	0,2735
<b>2HB</b> [N.m/m]	0,0273	0,0123	0,0198	0,053	0,0492	0,0511	0,1176	0,165	0,1415
<b>Smykové charakteristiky</b>									
<b>G</b> [N/m.°]	0,38	0,34	0,36	1,75	1,72	1,74	3,76	4	3,88
<b>2HG</b> [N/m]	0,62	0,73	0,67	3,51	3,13	3,32	7,88	6,68	7,28
<b>2HG5</b> [N/m]	0,86	1,1	0,98	7,42	7,67	7,55	15,08	15,99	15,54

## 4.5 Měření tloušťky materiálu

Tloušťka byla měřena pomocí digitálního tloušťkoměru SDL M034A, který je dostupný na katedře oděvnictví. Měření bylo prováděno pětikrát pro každý druh materiálu, který nemusí mít speciální tvar, musí být pouze větší, než je plocha přitlačné hlavice, nesmí vykazovat žádné známky poškození a všechny části měřené plochy musí ležet ve vzdálenosti nejméně 150 mm od okraje textilie. Byly nastaveny standardní podmínky pro měření, tedy přítlak 1000 Pa a byla zvolena přitlačná hlavice o velikosti 20 cm<sup>2</sup>. Samotné měření bylo vyhodnoceno pomocí počítače, naměřené hodnoty jsou uvedeny v příloze 2.5 a průměrné hodnoty tloušťky materiálu jsou zaznamenány níže v tabulce (Tabulka 10).

**Tabulka 10** Tloušťka materiálu

Materiál č.	Tloušťka [mm]	Směrodatná odchylka s [mm]
1	0,194	0,009
2	0,314	0,005
3	0,142	0,004

## 4.6 Měření splývavosti materiálu

Koeficient splývavosti byl změřen pomocí obrazové analýzy, sloužící pro digitální zpracování obrazu a měření plochy průmětu, která se následně porovnává s plochou původního vzorku. Každý vzorek tkaniny byl měřen čtyřikrát (jednotlivé naměřené hodnoty jsou uvedeny v příloze 3.1), z těchto měření byla vypočítána průměrná hodnota plochy průmětu, ze které byl dále vypočítán koeficient splývavosti (17) pro jednotlivé materiály podle vzorce:

$$X = \frac{S - \overline{S_p}}{S_m} \cdot 100 \quad [\%] \quad (21)$$

S... plocha vzorku (706,9 cm<sup>2</sup>)

S<sub>p</sub>... plocha průmětu

S<sub>m</sub>... plocha mezikruží (452,4 cm<sup>2</sup>)

Dále byla také splývavost hodnocena pomocí praktické metody popsané v kapitole 1.6. Každý vzorek tkaniny byl měřen desetkrát (naměřené hodnoty jsou uvedeny v příloze 3.2), jednotlivé výsledky byly zařazeny do pěti kategorií, které by též mohly představovat procentuální vyjádření koeficientu splývavosti, viz Tabulka 11.

**Tabulka 11** Vyhodnocení splývavosti dle W. Aldrich

<b>Míra splývavosti</b>				
Vysoká 1	Středně - vysoká 2	Střední 3	Středně – nízká 4	Nízká 5
<b>Rozsah koeficientu splývavosti [%]</b>				
<b>80-100</b>	<b>60-80</b>	<b>40-60</b>	<b>20-40</b>	<b>0-20</b>

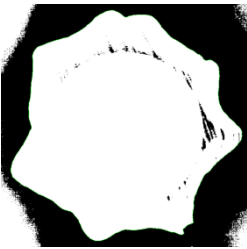

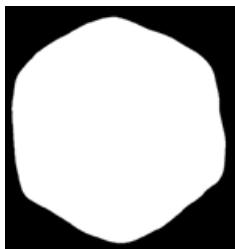
Nejčtenější hodnoty míry splývavosti byly u materiálu č. 1 zastoupeny v druhé kategorii, materiál má tedy středně-vysokou splývavost. U materiálu č. 2 převládala kategorie třetí, což znamená, že je materiál středně splývavý a materiál č. 3 nejvíce zasahoval do čtvrté výseče, tudíž má nejnížší splývavost.

#### **4.6.1 Vyhodnocení naměřené splývavosti**

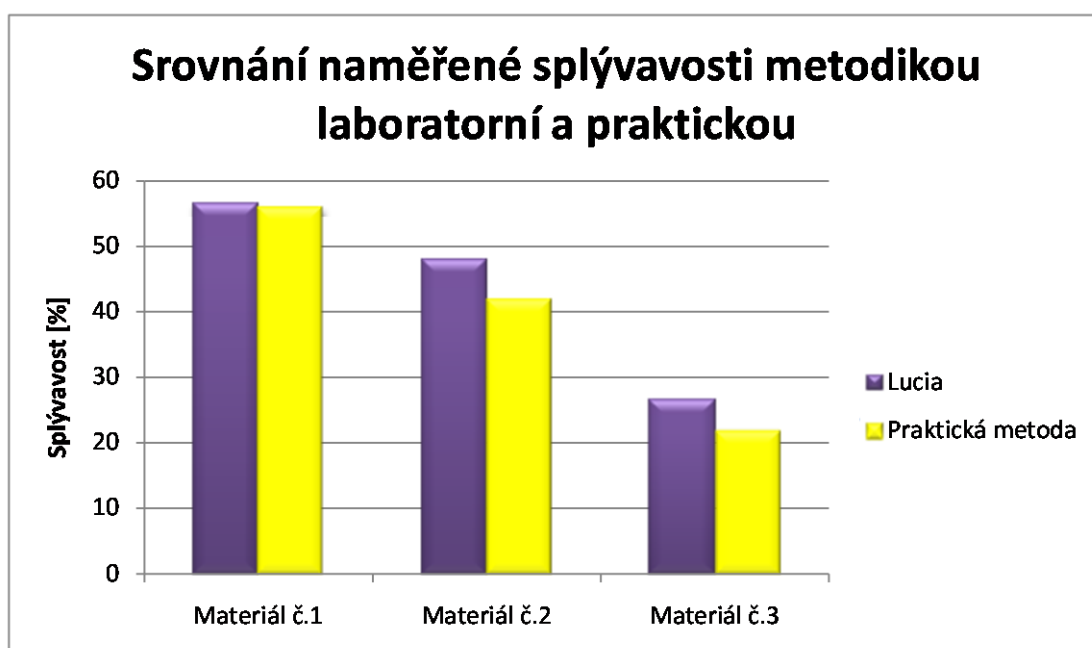
Průměrný koeficient splývavosti a profil splývavosti znázorňuje Tabulka 12. Tyto výsledky ukázaly, že vzorek látky č. 1 má nejvyšší hodnotu koeficientu splývavosti a vzorek č. 3 má hodnotu nejnížší. Znamená to, že vzorek č. 1 má nejlepší schopnost splývat a vzorek č. 3 má tuto schopnost nejmenší. Tomuto tvrzení zcela odpovídá i tvar profilu splývavosti, viz Tabulka 12.

Je patrné, že existuje závislost mezi ohybovou tuhostí a splývavostí textilií, materiál č. 1 má nejnížší hodnotu ohybové tuhosti a zároveň nejvyšší koeficient splývavosti. U vzorku č. 3 tomu je naopak, koeficient splývavosti je nejnížší a hodnota ohybové tuhosti nejvyšší.

**Tabulka 12** Vyhodnocení koeficientu splývavosti

<b>Materiál č.</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Koeficient splývavosti praktická metoda</b>	56,55 %	47,92 %	26,49 %
<b>Koeficient splývavosti laborator. metoda</b>	56 %	42 %	22 %
<b>Profil splývavosti</b>			

Tabulka 12, ze které byl pro názornost vytvořen graf, ukazuje, že průměrné naměřené hodnoty splývavosti praktickou metodou podle Winifred Aldrich téměř odpovídají naměřeným hodnotám pomocí obrazové analýzy (*Obrázek 29*), nejvíce se liší koeficient splývavosti u materiálu č. 2, a to o 5,92 %. Je tedy možné konstatovat, že praktická metoda vyhodnocení splývavosti je dostačující pro orientační určování koeficientu splývavosti.



*Obrázek 29* Graf pro srovnání naměřených dat metodikou laboratorní a praktickou

## 5 Charakteristika vybraného druhu oděvu

Jako reprezentativní oděv pro tuto diplomovou práci byla vybrána půlkolová sukně. Tento druh oděvu se zdá být nejvhodnější především pro hodnocení splývavosti všech vzorků tkanin.

### 5.1 Konstrukce půlkolové sukně

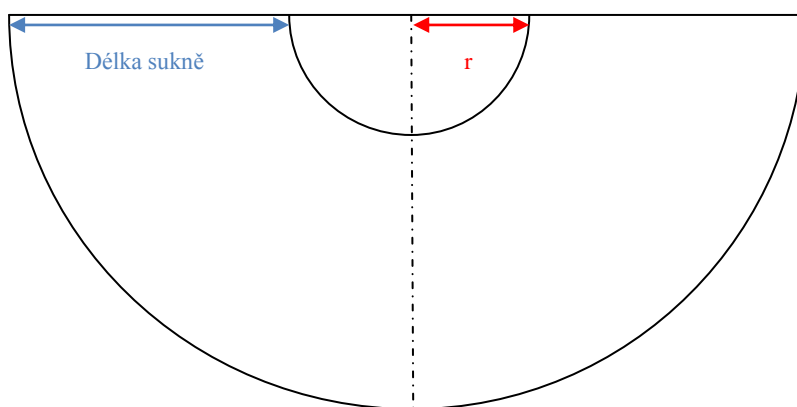
Konstrukce stříhových dílů sukně vycházela z rozměrů uvedených níže, viz Tabulka 13.

Tabulka 13 Tělesné rozměry

Rozměr	Hodnota [cm]
Výška postavy	165
Obvod pasu (OP)	70
Délka sukně (DS)	60

Konstrukční postup znázorňuje *Obrázek 30*, kde rozměr  $r$  (18) vychází z následující rovnice:

$$\frac{2\pi \cdot r}{2} = OP \rightarrow r = \frac{OP}{\pi} \quad (18)$$



*Obrázek 30 Konstrukce půlkolové sukně*

## 6 Tvorba modelu v systému AccuMark

Prvním důležitým krokem před provedením samotné simulace v programu V-Stitcher je transformace stříhových dílů do počítače, tvorba velikostní tabulky, upravení jednotlivých stříhových dílů a následně jejich přesun ze systému AccuMark do programu V-Stitcher.

### 6.1 Tvorba stupňovací tabulky

Stupňovací tabulka tvoří základ pro transport stříhových dílů do počítače, při snímání stříhového dílu se na určitou stupňovací tabulku lze zpětně odvolat. Stupňovací tabulka obsahuje stupňovací body a jejich číselné hodnoty, které uvádějí vzdálenosti a směr posunu stupňovacích bodů po ose  $x$  nebo  $y$  při vytváření menších nebo větších velikostí.

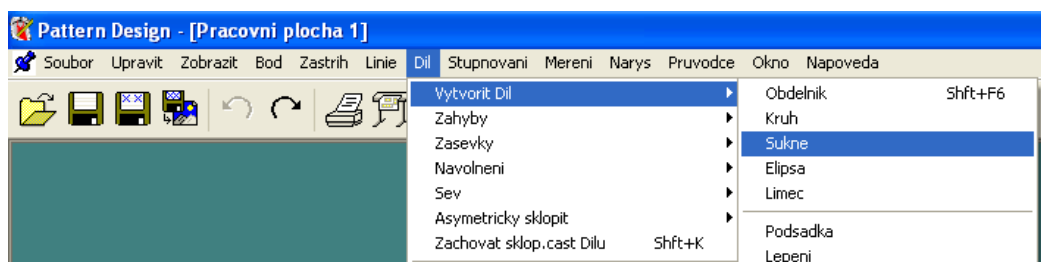
Při tvorbě této diplomové práce byla použita předdefinovaná stupňovací tabulka z databáze systému AccuMark.

### 6.2 Transformace stříhových dílů do počítače

Dnešní CAD systémy umožňují více způsobů transformace stříhového dílu do počítače:

- skenování,
- digitalizace,
- přímá konstrukce,
- automatické konstruování.

Jelikož se v případě půlkolové sukne nejedná o žádnou složitou konstrukci, byl do diplomové práce použit způsob automatického konstruování. Díl se vytvoří přes **Menu** na horní liště → **Díl** → **Vytvořit díl** → **Sukně** (Obrázek 31).



Obrázek 31 Postup při tvorbě stříhového dílu sukne v systému AccuMark

Následně se zobrazí tabulka, do které je nutné zadat tyto údaje:

- název dílu,
- obvod pasu,
- délku sukně,

díl se poté automaticky vytvoří.

### 6.3 Stupňování

Při stupňování střihů v systému AccuMark se začíná od základní velikosti. Posuny jednotlivých bodů jsou definovány v souřadnicovém systému hodnotami přírůstků na ose  $x$  a  $y$ . Díly jsou stupňovány od nejmenší do největší velikosti nebo od velikosti základní.

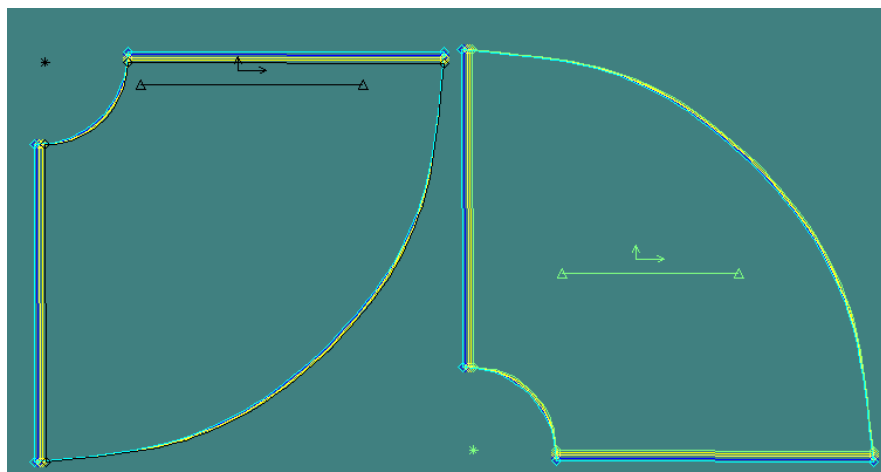
Stupňování dílů v AccuMarku bylo realizováno pomocí **Menu** na horní liště → **Stupňování** → **Vytvořit/Změnit pravidla** → **Změnit Delta**.

Nejprve je nutné označit díl, který se bude stupňovat a jeho stupňovací bod, poté se zobrazí tabulka (Obrázek 32), ve které se upravují jednotlivé intervaly na osách  $x$  a  $y$ . Změněním těchto intervalů se mohou upravovat všechny body na střihovém díle, aniž by se ovlivnilo stupňování ostatních velikostních zlomů.

Znázornění stupňovacích bodů na střihových dílech je uvedeno v příloze 4.1 a stupňovací tabulka v příloze 4.2.

Zlom	Delta X	Delta Y	Vzdálenost
8 - 10	0.00	0.00	0.00
10 - 12	0.00	0.00	0.00
12 - 14	0.00	0.00	0.00
14 - 16	0.00	0.00	0.00
16 - 18	0.00	0.00	0.00
18 - 20	0.00	0.00	0.00

Obrázek 32 Úprava intervalu stupňovacího bodu



**Obrázek 33** Vystupňované díly v systému AccuMark

Po stupňování je dobré provést na vystupňovaných dílech (Obrázek 33) kontrolu délek linií. K tomu se použije opět **Menu** na horní liště → **Stupňování** → **Měření** → **Linie**.

## 6.4 Transport stříhových dílů do programu V-Stitcher

Před exportem stříhové dokumentace do programu V-Stitcher je důležité nejprve vytvořit model v systému AccuMark. Tvorba modelu je důležitá pro správné zobrazení stříhových dílů v programu V-Stitcher.

Model se vytvoří pomocí **Menu** na horní liště → **Soubor** → **Změnit model** → **Přidat díl**. Po označení jednotlivých dílů a vyplnění názvu modelu, je model vytvořen a připraven k exportu do programu V-Stitcher.

Kontrolu správnosti vytvořeného modelu (Obrázek 34) lze ověřit v knihovně AccuMark Explorer, zde lze najít název uloženého modelu, kliknout na něj pravým tlačítkem myši → **Otevřít čím** → **Model editor**.

Název dílu		Obrázek dílu	Kategorie dílu	Popis dílu	Přilép.	Mat.	Podrobné			Průřez	Dyn. Deř.	Průřez	X Střech. Rozst.	Y Střech. Rozst.
							X	Y	Z	Stř.	Deř.	Stř.	cm	cm
1	PD		PD	SPRIT	<input type="checkbox"/>		1	0	0	Zeliv	0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00%	0.00%
2	ZD		ZD	SPRIT	<input type="checkbox"/>		1	0	0	Zeliv	0	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00%	0.00%

**Obrázek 34** Tabulka s vytvořeným modelem



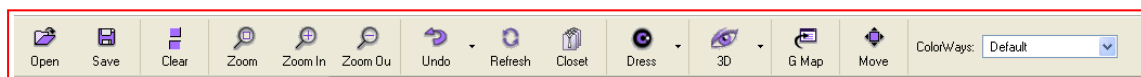
## 7 Program V-Stitcher

Pracovní prostředí programu V-Stitcher se skládá ze dvou základních pracovních ploch, pracovní plocha 2D a 3D.

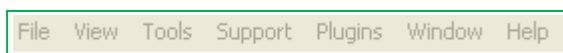
### 7.1 Pracovní plocha 2D

Ve 2D pracovní ploše (Obrázek 37) jsou zobrazeny díly po importu ze systému AccuMark. 2D pracovní plocha se skládá z:

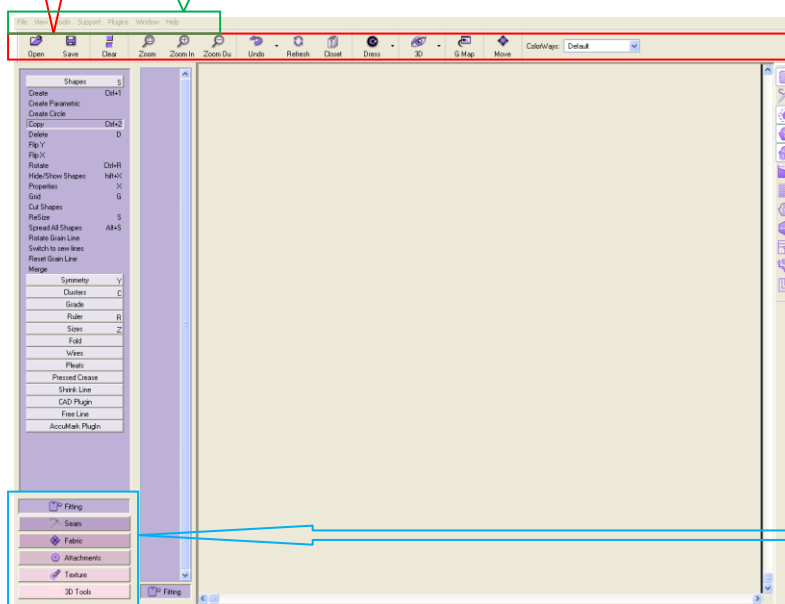
- Menu na horní liště (Obrázek 35),
- Ikonického menu (Obrázek 36),
- Hlavního menu (Obrázek 38).



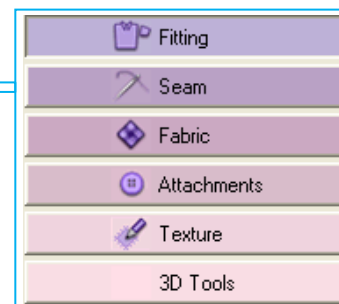
Obrázek 36 Ikonické menu



Obrázek 35 Menu na horní liště



Obrázek 37 2D pracovní plocha



Obrázek 38 Hlavní menu

## 7.2 Pracovní plocha 3D

V této pracovní ploše, která se objeví po použití ikony **3D** v ikonickém menu, se zobrazuje simulace padnutí předem zpracovaného typu oděvu na virtuální postavě. Program umožňuje výběr avatara (virtuální postavy), kterým může být muž, žena (Obrázek 39) nebo dítě. Postavě se musí nadefinovat takové tělesné rozměry, které budou korespondovat s rozměry ve velikostní tabulce. Mohou se zde tedy měnit proporce zvolené postavy, která může mít různé pózy a lze také obměňovat atmosféru ve 3D pokoji.



**Obrázek 39** Virtuální postava (žena)

## 8 Tvorba podkladů pro vytvoření simulace oděvu v programu V-Stitcher

Hned po načtení stříhových dílů z databáze je důležité pro správnou funkci programu zadat základní informace týkající se oděvu. Tyto informace se vkládají pomocí **Menu** na horní liště → **Tools** → **Reference Management** (databáze vedení).

### 8.1 Vyplnění databáze zdroje oděvu

Po otevření okna *Reference Management* (Obrázek 40) zvolit záložku **Garment Source**, v pravé části tabulky se objeví tři údaje, které je třeba vyplnit:

- Manufacture (výrobce),
- Retailer (prodejce),
- E-store (internetový obchod).

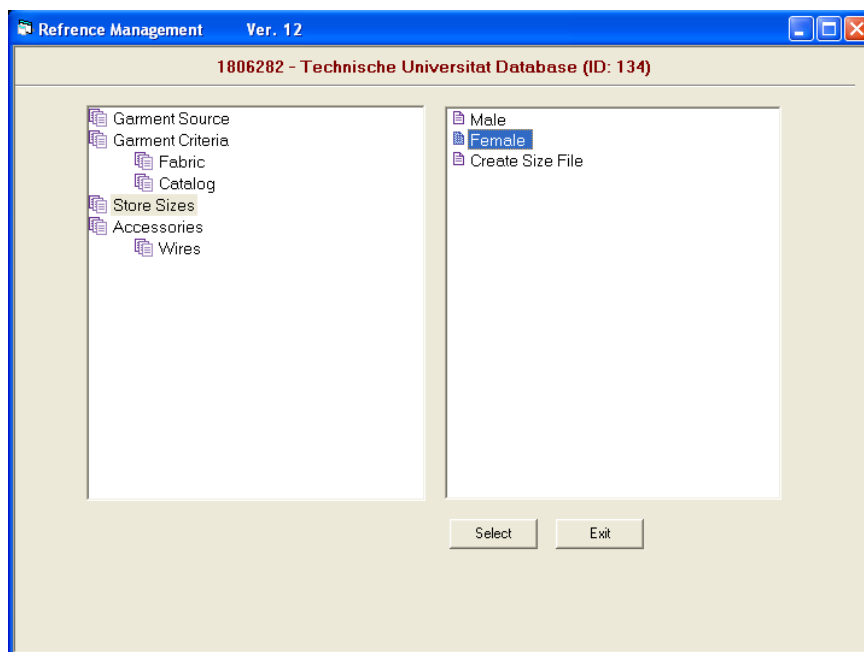
Tyto údaje se vyplňují vždy do modře označených částí tabulky. Pro výrobce a prodejce stačí vyplnit název, k internetovému obchodu se vztahuje ještě internetová adresa.

K vyplnění se použije **ADD**, pro uložení **UPDATE**.

### 8.2 Tvorba velikostního sortimentu

V levé části databáze vedení (Obrázek 40) se přepne na záložku **Store Sizes** → **Female**, zde se opět vyplní modře označené části v tabulce.

Tuzemské oděvní velikosti musejí být zahrnuty jak ve **Store Sizes**, tak i v **Garment Map** a nesmí překročit obchodní velikosti.



*Obrázek 40 Databáze vedení*

Pro vytvoření velikostního sortimentu se použije v levém dolním rohu odkaz s názvem **Size Chart**. Dojde k přejití do tabulky, kde se vkládají čísla velikostí a k nim příslušné tělesné rozměry (Obrázek 41). Mezi základní rozměry patří obvod hrudníku (BUST), obvod pasu (WAIST) a obvod sedu (HIP).

**Female Size Chart**

Retailer	E-Store	Size Type	Description	Source E-Store	Source Size
Browzwear	Browzwear	344	V01		

Store Size	Bust	Waist	Hip	Neck	Neck Waist	Over Arm	Sleeve Length	Arm Width	Out Side
38	88	70	94	0	0	0	0	0	0
40	92	74	98	0	0	0	0	0	0
42	96	78	102	0	0	0	0	0	0
44	100	82	106	0	0	0	0	0	0

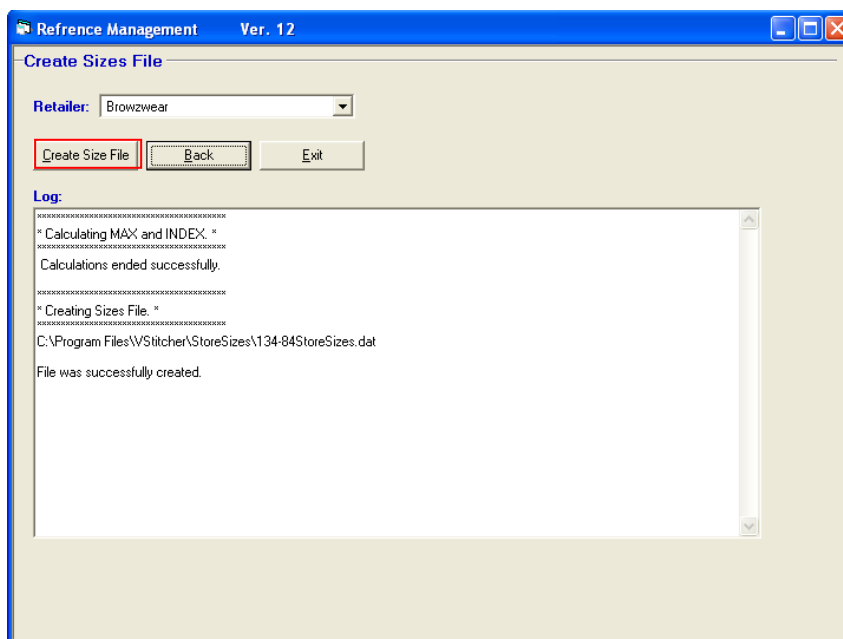
**Edit Female Size Chart (cm)**

Store Size:	Mid:	44	Max:	104
Bust:	Mid:	100	Max:	86
Waist:	Mid:	82	Max:	110
Hip:	Mid:	106	Max:	0
Neck:	Mid:	0	Max:	0
Neck Waist:	Mid:	0	Max:	0
Over Arm:	Mid:	0	Max:	0
Sleeve Length:	Mid:	0	Max:	0
Arm Width:	Mid:	0	Max:	0
Out Side Leg:	Mid:	0	Max:	0
In Seam:	Mid:	0	Max:	0
Body Rise:	Mid:	0	Max:	0

Buttons: Add, Edit, Update, Delete, Refresh, Back, To Inch, Exit

*Obrázek 41 Tvorba velikostní tabulky*

Pro dokončení a kontrolu správnosti vyplnění základních informací slouží tabulka (Obrázek 42), která se otevře po zapnutí záložky **Create Size** v pravé části databáze vedení.



**Obrázek 42** Dokončení tvorby velikostního sortimentu

Jednotlivé kroky byly pro názornost zaznamenány a zpracovány ve formě videa, které je přiloženo na CD (video č. 1).

### 8.3 Vytvoření oděvní tabulky

Oděvní tabulka (Obrázek 43) se otevře po kliknutí na ikonu s názvem **G Map** v ikonickém menu.

**Obrázek 43** Oděvní tabulka

Jedná se v podstatě o identifikační kartu oděvu, skládající se z údajů, které definují oděv s ohledem na firemní specifikaci. Poskytuje tak jedinečné informace o oděvu, např. typ oděvu, oděvní vrstvu (oděvní vrstvy jsou při simulaci ve 3D řízeny na základě jejich definice, která určuje pořadí oblékání oděvu), identifikační číslo oděvu, zařazení oděvu

do příslušné skupiny na základě ročního období, stylu a pohlaví. Tímto je vytvořena karta, která oděv charakterizuje a zaručuje jeho individuálnost. [12]

Oděvní tabulka je pevně spojena s **Reference Managementem** a většinu informací odvozuje z jeho nastavení.

Jednotlivé kroky byly pro názornost zaznamenány a zpracovány ve formě videa, které je přiloženo na CD (video č. 2).

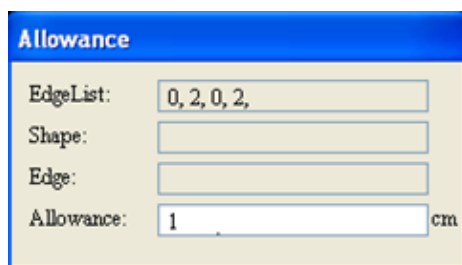
## 8.4 Úprava dílů před sešitím

Po otevření dílů v programu V-Stitcher je důležité díly zkontrolovat a popřípadě je ještě upravit aby bylo zajištěno co nejkvalitnější sešití dílů po spuštění simulace. Pro práci s díly se používá záložka v hlavním menu → **Fiting** → **Shapes**. Zde se dají jednotlivé díly vytvářet, kopírovat, otáčet, rotovat, mazat a podobně.

## 8.5 Přiřazení přídavku na šev

Je doporučováno odstranit přídavky ke švům v CAD systému před exportem dílů v DXF formátu do programu V-Stitcher.

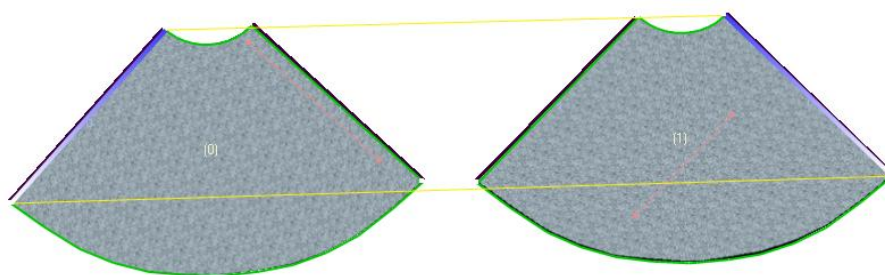
Přídavky ke švům se přiřadí v programu V-Stitcher pomocí funkce **Seam** v hlavním menu → **Edges** → **Allowance**. Po vybrání příslušných okrajů stříhovových dílů se zobrazí dialogové okno (*Obrázek 44*) pro zapsání příslušných hodnot.



**Obrázek 44** Dialogové okno pro zapsání přídavku ke švům

## 8.6 Sešití stříhových dílů sukně

Program umožňuje interaktivním způsobem spojení jednotlivých linií sukně tak, jak k sobě technologicky náleží. Pomocí menu **Seam** → **Stitch** → **Regular**, otevře se dialogové okno **Regular** a kurzor myši se změní na jehlu, nyní je nutné označit nejdříve první a poté druhý okraj. Žluté čáry znázorňují spojující body mezi okraji a okraje jsou přehledně označeny přechodem modré barvy do bílé, toto označení vyjadřuje začátek a konec šití, viz *Obrázek 45*.



**Obrázek 45** Spojení okrajů, které k sobě technologicky náleží

Pokud je třeba, jednotlivé šicí linie lze skrýt, respektive zobrazit. U složitějšího druhu oděvu může dojít k chybě při interaktivním sešívání, proto lze jednotlivé šicí linie vymazat. V tomto případě je také vhodné použít funkci pro kontrolu stehů, zobrazí se seznam všech prošitých hran, včetně jejich délek (když mají sešíváné okraje stejnou délku **Delta** je 0, program připouští toleranci  $\pm 0,5$  cm) a porovnání. Pro otevření dialogového okna (*Obrázek 46*) je třeba otevřít funkci **Seam** → **Stitch** → **Verify list**. Když je vybrán příslušný řádek, jeho okraje jsou znázorněny ve 2D pracovní ploše. Zde lze také jednotlivé švy vymazávat za použití tlačítka **Delete**.

Jednotlivé kroky byly pro názornost zaznamenány a zpracovány ve formě videa, které je přiloženo na CD (video č. 3).

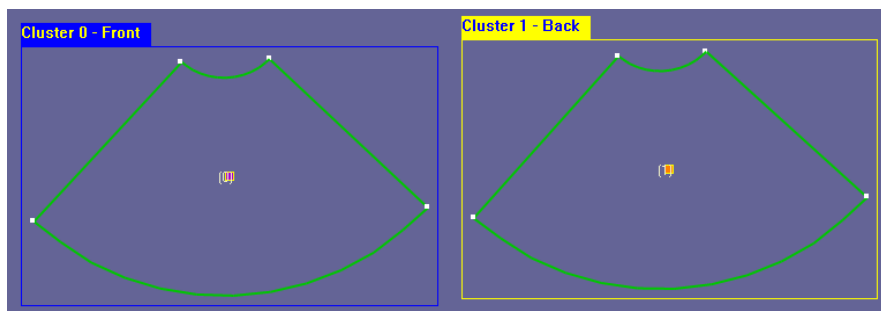
Verify Stitches					
ID	Source	Length	Dest	Length	Delta
0	00/00	60.00 cm	01/02	60.00 cm	+0.00 cm
1	01/00	60.00 cm	00/02	60.00 cm	+0.00 cm

**Obrázek 46** Dialogové okno pro kontrolu švů

## 8.7 Seskupení stříhových dílů

Vytvářením jednotlivých skupin dílů neboli clusterů (*Obrázek 47*) se dosáhne správnosti zobrazení stříhových dílů na 3D postavě. Těmto jednotlivým skupinám musejí být ještě nadefinovány informace, které jsou důležité pro přesné padnutí oděvu.

Jelikož program začíná postavu oblékat od předního dílu, je nezbytné definovat, který díl je přední a který zadní.



*Obrázek 47 Skupiny dílů*

Nový cluster se vytvoří pomocí funkce **Fiting** → **Clusters** → **New**.

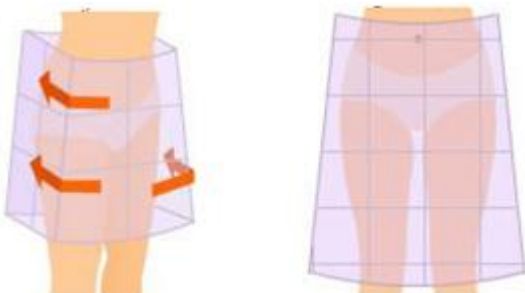
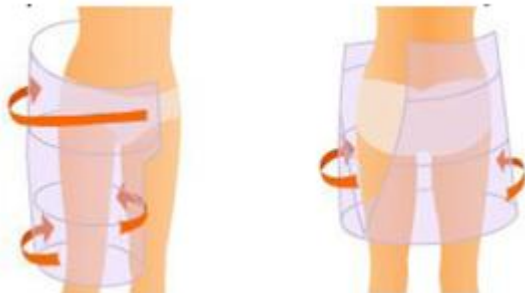

### 8.7.1 Definování clusterů

Když jsou clustery vytvořeny je zapotřebí jim nadefinovat následující informace:

- umístění, to může být definováno čtyřmi způsoby:
  - front (skupina dílů je v popředí, tedy přední díly),
  - back (skupina dílů je v pozadí, tedy zadní díly),
  - left (skupina dílů je na virtuální postavě umístěna na levém boku),
  - right (skupina dílů je na virtuální postavě umístěna na pravém boku).
- typ ovinutí (Tabulka 14) je určen na základě druhu oděvu (pro horní, či dolní část těla nebo overall), ten se určuje již v oděvní tabulce, zde je tedy automaticky předdefinován.



**Tabulka 14** Druhy ovinutí stříhových dílů pro dolní část těla [12]

Typ ovinutí	Grafické znázornění
None	
Rounded	
Gusset entry	

Tabulka pro definování clusterů (Obrázek 48) se otevře pomocí funkce **Fiting** → **Clusters** → **Edit**.



**Obrázek 48** Definování clusteru

Jednotlivé kroky byly pro názornost zaznamenány a zpracovány ve formě videa, které je přiloženo na CD (video č. 4).

## 8.8 Definování materiálu

Definování materiálu je dalším důležitým krokem pro vytvoření oděvu. Pokud se materiál nepřihodí všem stříhovým dílům, 3D simulace oděvu nebude vytvořena.

Při výběru materiálu program umožňuje volbu mezi tkaninou, pleteninou a materiálovým složením. Pro materiály, které jsou uloženy v systému, si program po jejich zvolení automaticky vypočítá plošnou hmotnost, pružnost, splývavost a mačkovost. Tento zjednodušený způsob nebyl pro účel vypracování diplomové práce použit, jelikož je důležité právě přesné definování mechanických vlastností materiálů pro pozorování chování oděvů (především tedy jejich splývavosti) z nich vyhotovených při nošení na virtuální manekýně.

### 8.8.1 Vložení materiálu do systému

Před samotnou činností v programu V-Stitcher je nutné příslušné materiály oskenovat nebo vyfotografovat a po případě ještě upravit v programu Artworks Studio Photoshop.

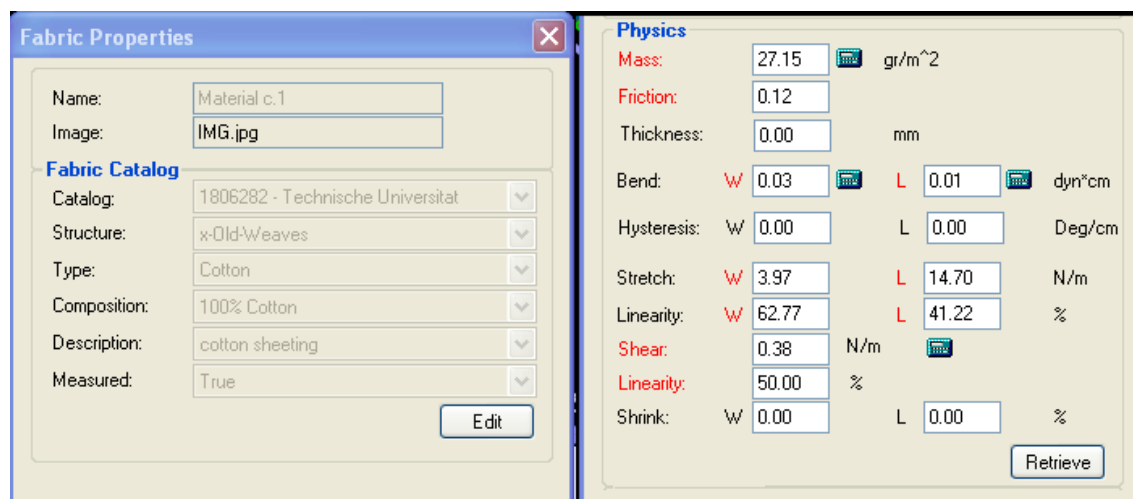
Pro vytvoření nového materiálu se používá funkce z hlavního menu **Fabrics** → **New**, Objeví se dialogové okno (*Obrázek 49*), do kterého se v první části zadají informace, týkající se druhu materiálového složení dané textilie a nahraje se jeho fotografie. V druhé části dialogového okna se udávají již konkrétní hodnoty naměřených mechanických vlastností materiálu. Vkládání dat musí být provedeno v následujícím pořadí:

1. hmotnost,
2. ohyb,
3. roztažnost (včetně smyku).

**Tabulka 15** Hodnoty mechanických vlastností zadávaných do programu V-Stitcher

Materiál	Hmotnost [g/m <sup>2</sup> ]	Ohyb	WT [N/m]		RT [%]		2HG [N/m]
			osnova	útek	osnova	útek	
1	27,15	Viz příloha	3,97	14,7	62,77	41,22	0,67
2	75,8		7,65	6,49	64,76	69,17	3,32
3	61,44	2.2	3,05	3,53	78,7	82,55	7,28

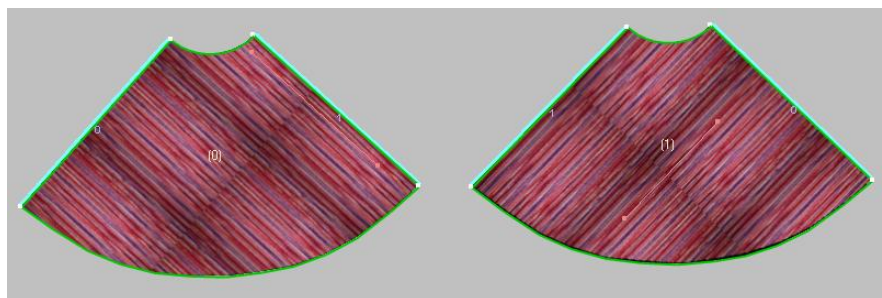
Tabulka 15 zobrazuje hodnoty mechanických vlastností jednotlivých materiálů, které se zadávají do dialogového okna (Obrázek 49) v programu V-Stitcher. Ohyb materiálu byl měřen pomocí praktické metody, která vychází právě z manuálu programu, jeho hodnoty jsou uvedeny v příloze 2.2 a zadávají se do tzv. *kalkulátoru ohybu*, viz Obrázek 23. Ostatní hodnoty (roztážnost, linearita a smyk) vycházejí z měření realizovaného pomocí Kawabata systému.



**Obrázek 49** Dialogové okno pro zadávání vlastností textilií

Vypočtené hodnoty mechanických vlastností mohou být zapsány přímo do dialogového okna (Obrázek 49) nebo pomocí odpovídající kalkulačky v **Reference Managementu**. Pokud nechceme data využít jen pro jeden specifický oděv, je výhodné zadávat je do odkazu řízení, jelikož k nim lze kdykoli přistupovat a tkaniny využívat i pro další oděvy. [12]

Program dokáže simulovat textilií na všechny díly najednou (**Fabrics** → **Assign to All**), popřípadě pouze na vybraný díl.



**Obrázek 50** Zobrazení materiálu č. 1 na střihových dílech

Jednotlivé kroky byly pro názornost zaznamenány a zpracovány ve formě videa, které je přiloženo na CD (video č. 5).

## 9 Zobrazení modelu na virtuální postavě

Když jsou veškeré informace ve 2D pracovní ploše nadefinovány je čas přepnout režim do 3D pracovní plochy a to pomocí tlačítka **3D** v ikonickém menu.

### 9.1 Definování 3D postavy

Postavě se definují tělesné rozměry (Obrázek 51), které musí souhlasit s tělesnými rozměry vloženými v tělesné tabulce.

- Výběr postavy: **Avatar** → **New** (výběr postavy mezi mužem, ženou a dítětem)
- Volba pózy: **Avatar** → **Poses**
- Definování postavy: **Avatar** → **Modify**

The screenshot shows a software interface for defining a 3D avatar. On the left, there is a list of body parts: Name, Height, Body Silhouette, Torso, Legs, Hands, Body Shaping, Face, and Expression. Below this list are dropdown menus for Skin Tone (set to a light yellow) and Hair Style (set to 'Caree'). On the right, there are two main sections: 'Body Silhouette' and 'Torso'. Each section contains a table of measurements with numerical input fields and sliders. The 'Body Silhouette' section includes Body Size (99.9), Maternity (0.0), and Torso measurements (Neck, Shoulders, Nap To Waist, Shoulder Slope, Cup, Bust, Under Bust, Waist, Belly, Hip). The 'Torso' section includes measurements for Neck, Shoulders, Nap To Waist, Shoulder Slope, Cup, Bust, Under Bust, Waist, Belly, and Hip. Each measurement has a numerical value, a slider, and a range of values.

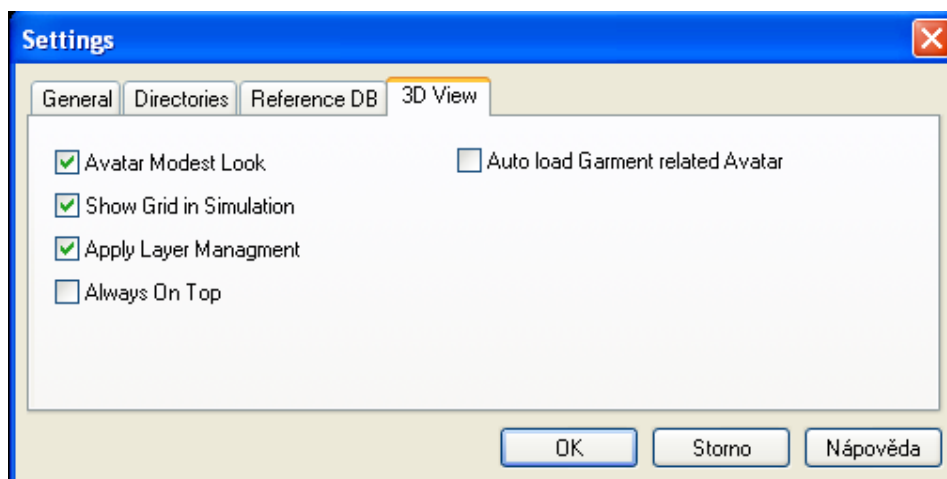
Measurement	Value	Slider Range
Body Size	99.9	70.0 - 142.0
Maternity	0.0	0.0 - 9.0
Neck	37.3	26.0 - 46.0
Shoulders	46.3	29.0 - 63.0
Nap To Waist	0.0	-0.5 - 0.5
Shoulder Slope	0.0	-0.5 - 0.5
Cup	18.7	5.0 - 30.0
Bust	99.9	68.0 - 148.0
Under Bust	81.2	56.0 - 142.0
Waist	75.7	50.0 - 129.0
Belly	0.0	-0.5 - 0.5
Hip	106.0	70.0 - 152.0

Obrázek 51 Definování tělesných rozměrů

### 9.2 Zobrazení dílů na virtuální postavě

Zde je možné zkoumat spojení jednotlivých linií stříhových dílů, zda-li se v některých místech neprotínají s postavou, nebo se nekříží. Tímto se ověří správnost spojení jednotlivých dílů sukně.

Nejprve je nutné zkontrolovat, jestli je zapnuta funkce pro zobrazení mřížky v simulaci. Pro ověření se v horním menu otevře záložka **Tools** → **Settings** (Obrázek 52), po otevření dialogového okna, pod záložkou **3D**, by měla být zaškrtnuta funkce s názvem **Show grid in simulation**.



**Obrázek 52** Dialogové okno pro zapnutí mřížky v simulaci

Začátek simulace (Obrázek 53) oděvu se zajistí spuštěním 3D pracovní plochy a následným použitím funkce **Dress** v ikonickém menu.

S jednotlivými skupinami dílů (*clusters*), popřípadě pouze díly (*shapes*) lze pro přesné padnutí oděvu na virtuální postavě ještě pomocí klávesy **Ctrl** pohybovat. Program také umožňuje, pro lepší kontrolu padnutí oděvu a pro náhled vzniklých detailů, otáčení a přibližování virtuální postavy, které se ovládá levým tlačítkem myši.



**Obrázek 53** Kontrola padnutí oděvu pomocí mřížky

### 9.3 Zobrazení dámské sukně na 3D virtuální postavě

Pokud jsou všechny předchozí náležitosti správně vyplněny, tak nic nebrání v „obléknutí“ sukně na virtuální postavu, a to i včetně zobrazení nadefinovaného materiálu. Výsledný efekt by měl odpovídat realistickému pohledu, viz *Obrázek 54*.



*Obrázek 54 Zobrazení dámské sukně na virtuální postavě*

Zde je možné pomocí ikonického menu (*Obrázek 55*) virtuální postavu přibližovat, či oddalovat, otáčet a měnit také úhel pohledu na ni, což nám umožňuje lépe pozorovat padnutí daného oděvu.



*Obrázek 55 ikonické menu ve 3D pracovní ploše*

Jednotlivé kroky byly pro názornost zaznamenány a zpracovány ve formě videa, které je přiloženo na CD (video č. 5).

## 10 Porovnání splývavosti simulovaných a zhotovených sukní

Jako reprezentativní oděv, pro porovnání padnutí simulovaného a reálně vyhotoveného oděvu, byla vybrána půlkolová sukně, která byla vyrobena ze všech třech druhů vybraných materiálů (*Obrázek 56 až Obrázek 61*) a simulována ve 3D pomocí softwaru V-Stitcher.

Aby zhodnocení vyhotovených a simulovaných sukní nebylo založeno pouze na jednom subjektivním názoru, byla tato práce navíc ještě doplněna o dotazníkové šetření<sup>2</sup>, do kterého se zapojilo 30 respondentů.

### 10.1 Vyhodnocení experimentu

Níže jsou uvedeny obrázky, na kterých jsou zobrazeny vyhotovené a simulované sukně. První tři fotografie jsou výsledkem nošení sukně na postavě z předního, bočního a zadního pohledu. Následující tři obrázky jsou výsledkem simulace.

- Sukně vyhotovené z materiálu č. 1



**Obrázek 56** Vyhotovená sukně



**Obrázek 57** Simulovaná sukně

56,7 % dotázaných respondentů uvedlo, že sukně simulované odpovídají sukním reálně vyhotoveným, 26,7 % dotázaných se domnívá, že se sukně částečně shodují. Uvádějí, že splývavost je u obou oděvů stejná, byly zaznamenány pouze odlišnosti v barevných odstínech textilií, což mohlo být způsobeno ne příliš kvalitním fotoaparátem, kterým byla textilie snímána.

---

<sup>2</sup> Dotazníkové šetření bylo realizováno prostřednictvím internetu, dotazník je dostupný na adrese: <http://q.click4survey.cz/9e4a5e2e>



- **Sukně vyhotovené z materiálu č. 2**



**Obrázek 58** Vyhotovená sukně



**Obrázek 59** Simulovaná sukně

Zhodnocení splývavosti a konečného vzhledu oděvu vyhotoveného z materiálu č. 2 je považováno za velice pozitivní, jelikož pouze 4 dotázaní respondenti uvádějí, že sukně simulované neodpovídají sukním vyhotoveným. Jednalo se především o pohled na zadní díl oděvu, kde je vidět méně záhybových vln v případě simulace.

- **Sukně vyhotovené z materiálu č. 3**



**Obrázek 60** Vyhotovená sukně



**Obrázek 61** Simulovaná sukně

Naprostou shodu uvádí 40 % dotázaných, 36,7 % se domnívá, že si sukně z části odpovídají. Největší problém v tomto případě je opět to, že fotografie textilního materiálu není dosti kvalitní, jelikož nebyl zaznamenán lesk materiálu, kterého si lze povšimnout u sukní vyhotovených. Simulované sukně tak mohou na hodnotitele působit drsnějším dojmem.



## Závěr

Jedním z cílů této diplomové práce bylo provést měření vybraných mechanických vlastností plošných textilií, které mělo být realizováno jak metodou laboratorní, tak i praktickou. Praktická metoda vycházela ze studie Winifred Aldrich [2], ve které se autorka zabývá problematikou měření mechanických vlastností textilních materiálů jako vstupních parametrů pro konstrukci oděvu. Tyto praktické metodiky byly experimentálně ověřeny a porovnány s metodikami laboratorními. I když se převážně jedná o takový typ měření, který je založený na subjektivním pocitu hodnotitele, je důležité zmínit, že např. při měření splývavosti textilií tato subjektivní metoda téměř odpovídala metodice laboratorní. Tudiž by bylo vhodné o nich uvažovat, neboť by v praxi mohly nahrazovat měření objektivní, pro které je potřeba drahé měřicí zařízení. Při měření smyku a roztažnosti textilií metodou praktickou dosahovaly výsledky podstatně nižších hodnot než-li hodnoty naměřené pomocí systému KES, neboť při subjektivním měření roztažnosti materiálu není stanovena mez namáhání. Ta je v tomto případě závislá pouze na subjektivním pocitu hodnotitele.

V návaznosti na zjištěné skutečnosti bylo dalším cílem práce vytipovat vhodný reprezentativní oděv a na základě jeho vizualizace provést hodnocení 2D a 3D tvarů střihových dílů. Za tímto účelem byly po zvážení vybrány produkty firmy Gerber Technology, konkrétně se jedná o programy AccuMark a V-Stitcher, který je kompatibilní s ostatními CAD systémy, např. Investronica, Lectra.

Jako reprezentativní oděv byla zvolena půlkolová sukně, jelikož po její vizualizaci nejlépe vyniknou vlastnosti oděvních materiálů (tuhost v ohybu, splývavost apod.), které mají být hodnoceny a porovnány s reálně vyhotoveným modelem. Nejprve bylo nutné vytvořit střihovou dokumentaci v systému AccuMark včetně vystupňování střihových dílů do velikostí zvoleného velikostního sortimentu. Tato data mohla být importována k dalšímu zpracování v programu V-Stitcher.

V programu V-Stitcher byly díly postupně upraveny tak, aby mohlo dojít k jejich zobrazení na virtuální postavě. Samotnému zobrazení předchází přesné zadání informací o oděvním výrobku, velikostním sortimentu a v neposlední řadě také přesné

definování materiálu, z něhož bude výrobek zhotoven. Je nezbytné do systému zadat všechny potřebné informace o mechanických vlastnostech jednotlivých druhů materiálu, protože v konečné fázi práce jsou porovnávány sukně simulované se sukněmi reálně vyhotovenými, ty byly zhotoveny ze třech druhů materiálů s odlišnou splývavostí.

Výstupem práce je tedy přesný metodický postup pro import materiálových charakteristik do programu V-Stitcher, který je ověřený pomocí střihové dokumentace vytvořené v systému AccuMark včetně celého procesu stupňování a následné zobrazení modelu na virtuální postavě. Jednotlivé kroky jsou navíc pro názornost doplněny o videoprezentaci.

Ověření správnosti metodiky a vizualizace oděvu na postavě ve 3D bylo realizováno pomocí dotazníkového šetření, aby porovnání vyhotoveného oděvu se simulovaným nebylo založeno pouze na jednom subjektivním názoru. Dotazník vyplnilo 30 respondentů, jednalo se převážně o studenty nebo absolventy fakulty textilní, neboť předpokladem bylo, že právě tito dotázaní budou schopni zhodnotit padnutí oděvů s jistou mírou objektivnosti.

Až na pár připomínek, které se ve valné většině týkaly odlišnosti v odstínech materiálů, ze kterých byly oděvy vyhotoveny, respondenti uváděli, že se vyhotovené oděvy shodují s oděvy simulovanými. Cílem práce ale nebylo hodnotit barevné provedení oděvu, nýbrž jeho tvar, který podléhá mechanickým vlastnostem daného materiálu. 56,7 % dotázaných uvedlo, že sukně simulované odpovídají sukním reálně vyhotoveným z materiálu č. 1 a 26,7 % se domnívá, že se sukně částečně shodují, splývavost je u obou oděvů stejná. U sukně vyhotovené z materiálu č. 2 pouze 4 respondenti uvedli, že sukně simulovaná neodpovídá sukni vyhotovené a 76,7 % nevidí odlišnost mezi sukněmi, které byly vyhotoveny z materiálu č. 3. Simulovaná sukně může působit drsnějším dojmem, protože zde není tak výrazně vidět lesk materiálu.

Závěrem je nutné podotknout, že problematika 3D zobrazení je pro dnešní dobu velice aktuální. Programy umožňují detailní zobrazení oděvu na virtuální postavě v jakýchkoli velikostech, tím snižují čas potřebný k vývoji a odzkoušení výrobku v oděvním podniku a poskytují jeho zobrazení ještě před vlastním vyhotovením. Proto mohou být velice užitečné v oděvních podnicích při vývoji oděvních výrobků a jejich prodeji.

## Seznam použité literatury

- [1] 7<sup>th</sup> *International conference textile science 2010*. Liberec: Technická univerzita v Liberci 2010. ISBN 978-80-7372-635-5
- [2] ALDRICH, W. *Fabric, form and flat pattern cutting*. Oxford: Blackwell Publishing, 1996. ISBN 13-978-14051-3620-4 1405102837.
- [3] Český normalizační institut. ČSN EN ISO 5084 – ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA-  
Textilie - Zjišťování tloušťky textilií a textilních výrobků. Praha: Český normalizační institut 1998. 8. s.
- [4] Český normalizační institut. ČSN EN ISO 13934-1 – ČESKÁ TECHNICKÁ  
NORMA- Textilie – Tahové vlastnosti plošných textilií – Část 1: Zjišťování maximální  
síly a tažnosti při maximální síle pomocí metody Strip. Praha: Český normalizační  
institut 1999. 13. s.
- [5] HAVELKA, A.; HALASOVÁ, A. *Tepelné a vlhkotepelné tvarování v konfekci*.  
Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2003, ISBN 80-7083-713-6.
- [6] HLOCH, S.; SODOMKA, L.; RADVÁNSKÁ, A.; VALÍČEK, J. *Struktura,  
vlastnosti, diagnostika a technologie textilií*. Prešov: Vydavatelství Michala Vaška,  
2006, ISBN 80- 8073-668-5.
- [7] KAWABATA, S. *The standardisation and analysis of hand evaluation*. Osaka:  
Science and Technology Center, 1980.
- [8] KOVAČIČ, V. *Kapitoly z textilního zkušebnictví*. Liberec: Technická univerzita  
v Liberci, 2004, ISBN 80-7083-823.
- [9] KOVAČIČ, V. *Textilní zkušebnictví 1. Díl*. Liberec: Technická univerzita v Liberci,  
2004, ISBN 80-7083-824-8.

[10] KOVAČIČ, V. *Textilní zkušebnictví 2. Díl*. Liberec: Technická univerzita v Liberci 2004, ISBN 80-7083-825-6

[11] RŮŽIČKOVÁ, D. *Oděvní materiály*, Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2003, ISBN 80-7083-682-2.

[12] V-STITCHER, *Help version 4.0*, Browzwear, September 2006

### Internetové zdroje

[13] Speciální technologie a měření v oděvní výrobě, *Elektronická skripta – Hodnocení omaku, systém KES 2009* [online] [cit. 2011-02-09]. Dostupné z

<[https://skripta.ft.tul.cz/databaze/list\\_pre.cgi?predmet=77&skripta=110&pro=>](https://skripta.ft.tul.cz/databaze/list_pre.cgi?predmet=77&skripta=110&pro=>)

[14] Konstrukce a modelování oděvů, *Podklady k přednáškám – Konstrukce střihů oděvů z elastických materiálů* [online] [cit. 2011-03-20]. Dostupné z

<[http://www.kod.tul.cz/info\\_predmety/kmo/Prednasky%20KMO/Prednasky/prednaska2/KS%20z%20elast%20mat.pdf](http://www.kod.tul.cz/info_predmety/kmo/Prednasky%20KMO/Prednasky/prednaska2/KS%20z%20elast%20mat.pdf)>

[15] Konstrukce oděvů, *Podklady k přednáškám – Způsoby a princip stanovení konstrukčních vztahů, systém konstrukčních přídavek* [online] [cit. 2011-02-23].

Dostupné z

<[http://www.kod.tul.cz/info\\_predmety/Kso/soubory\\_plan\\_prednasek/prednasky/9Historie\\_kon\\_pridavky.pdf](http://www.kod.tul.cz/info_predmety/Kso/soubory_plan_prednasek/prednasky/9Historie_kon_pridavky.pdf)>

[16] ZADAS, *AccuMark pro oděvnictví a návrhářství* [online] [cit. 2011-02-10].

Dostupné z <<http://www.oblibene.com/userdata/shopimg/zadas/file/AccuMark-AppCZ.pdf>>

[17] ZADAS, *AccuMark V-Stitcher* [online] [cit. 2011-02-10]. Dostupné z

<<http://www.oblibene.com/userdata/shopimg/zadas/File/V-SticherCZ.pdf>>

[18] ZADAS, *Gerber technology* [online] [cit. 2011-02-10]. Dostupné z

<<http://web.telecom.cz/zadas/nove.html>>

[19 ]Zkoušení textilií pro bakalářské studium, *Studijní materiály – Přednáška č. 7*  
[online] [cit. 2011-03-20]. Dostupné z  
[http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20080514/ZKB\\_prednaska\\_7.pdf](http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20080514/ZKB_prednaska_7.pdf)

## **Seznam příloh**

### **Příloha 1 Výstupy z KES systému**

Příloha 1.1 Výstup z KES systému FB2 (Ohybové charakteristiky)

Příloha 1.2 Výstupy ze systému KES FB1 (tahové charakteristiky)

Příloha 1.3 Výstup ze systému KES FB 2 (smykové charakteristiky)

### **Příloha 2 Výsledky měření pomocí manuálních metod**

Příloha 2.1 Naměřená plošná hmotnost

Příloha 2.2 Naměřené hodnoty ohybu materiálu dle manuálu pro program V-Stitcher

Příloha 2.3 Měření roztažnosti dle W. Aldrich

### **Příloha 3 Měření splývavosti**

Příloha 3.1 Naměřené hodnoty splývavosti (Lucia)

### **Příloha 4 Stupňování střihových dílů**

Příloha 4.1 Stupňovací body na dámské sukni

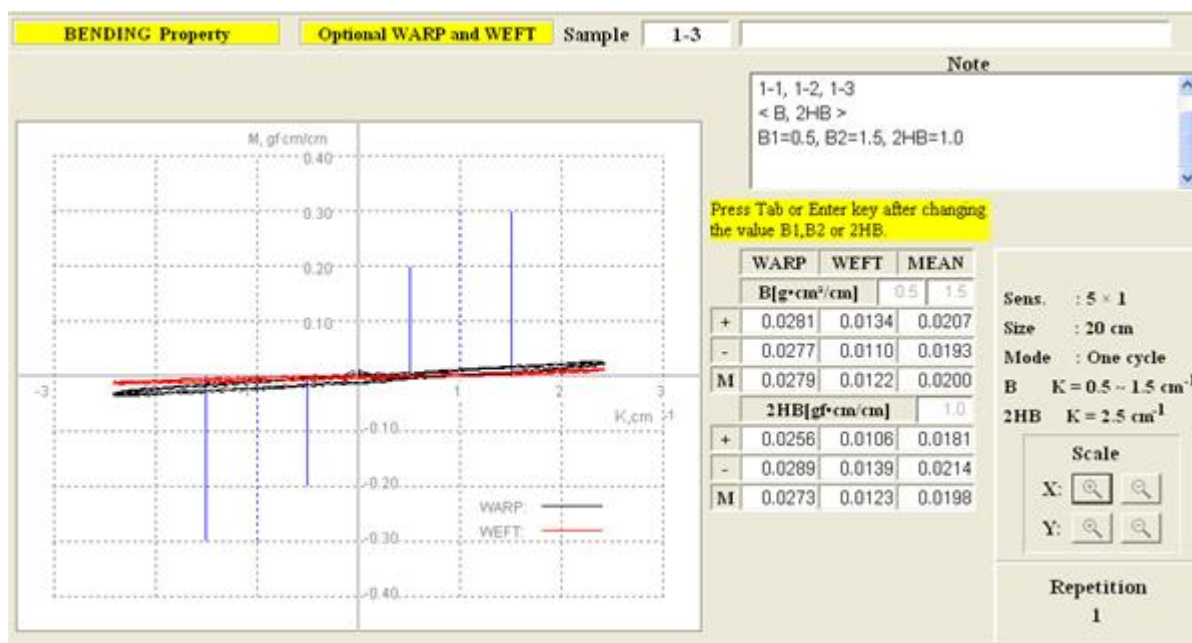
Příloha 4.2 Stupňovací tabulka dámské sukně

# **Příloha 1**

## Příloha 1.1

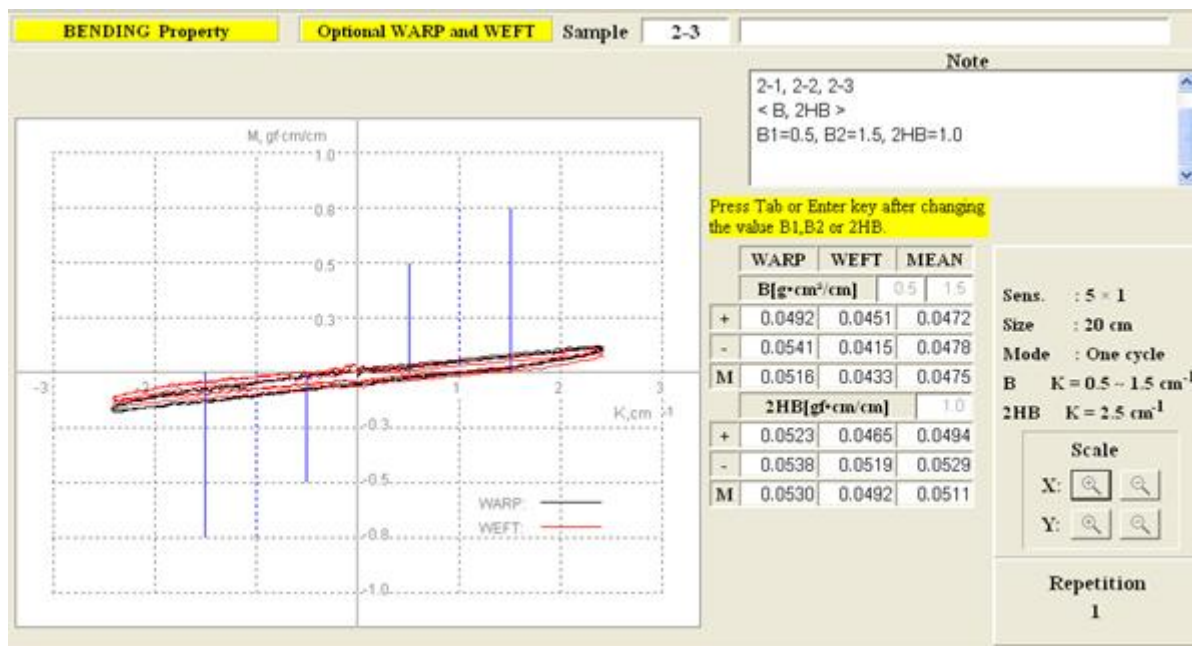
### Výstup z KES systému FB2 (Ohybové charakteristiky)

- Materiál č. 1



Obrázek 62 Ohybové charakteristiky pro mat. č. 1

- Materiál č. 2



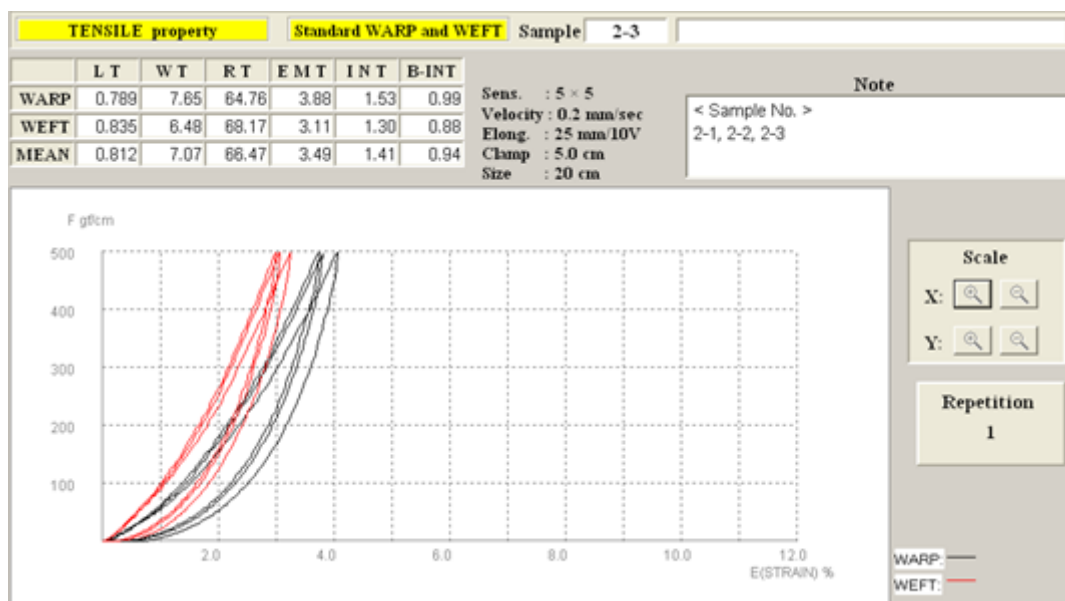
Obrázek 63 Ohybové charakteristiky pro mat. č. 2



## Příloha 1.2

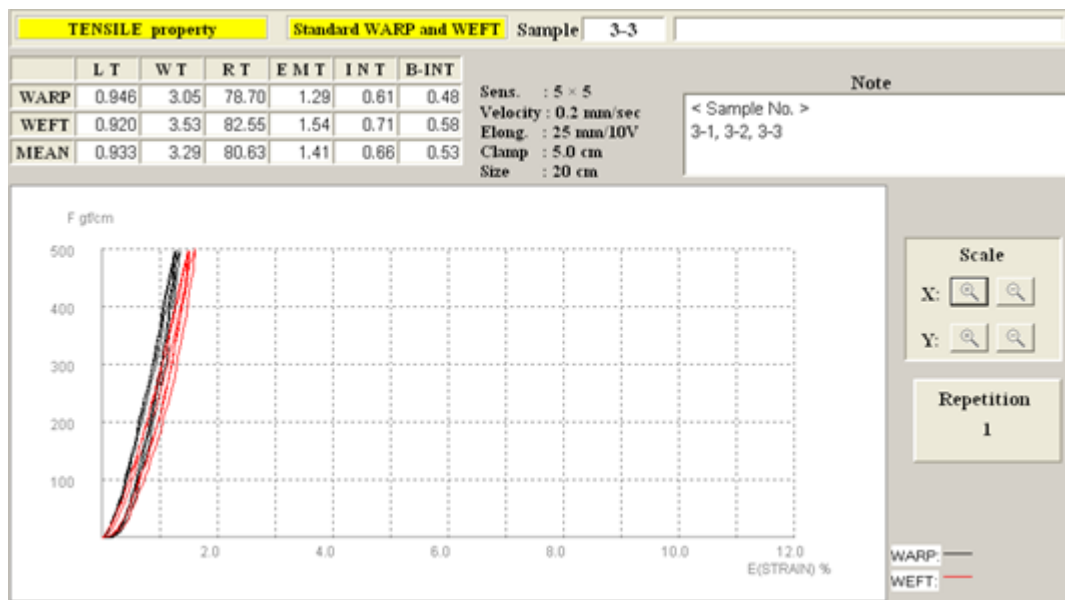
### Výstupy ze systému KES FB1 (tahové charakteristiky)

- Materiál č. 2



Obrázek 64 Tahové charakteristiky pro materiál č. 2

- Materiál č. 3

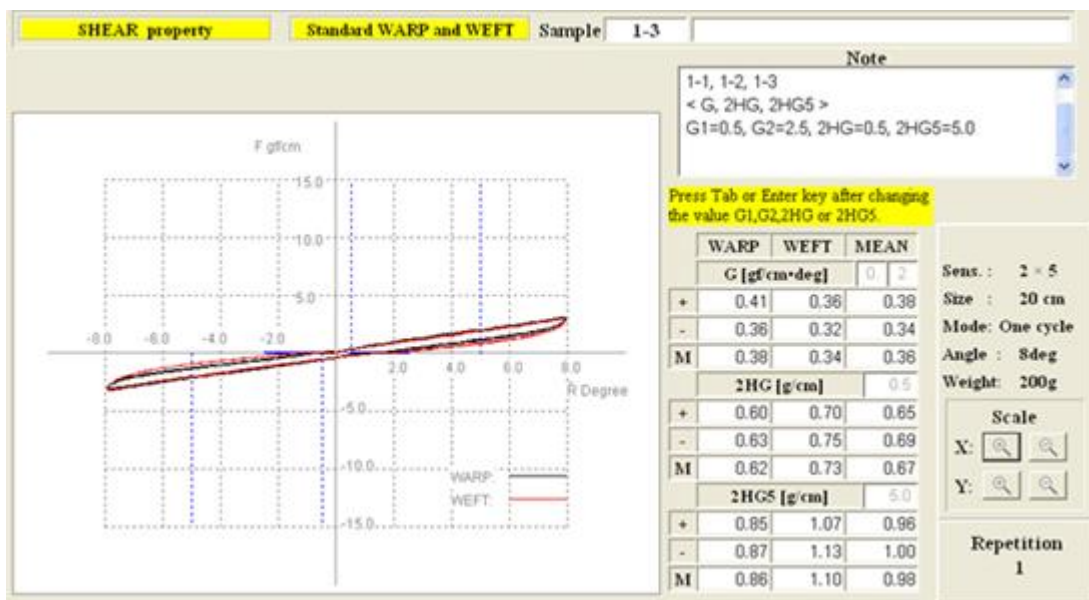


Obrázek 65 Tahové charakteristiky pro materiál č. 3

## Příloha 1.3

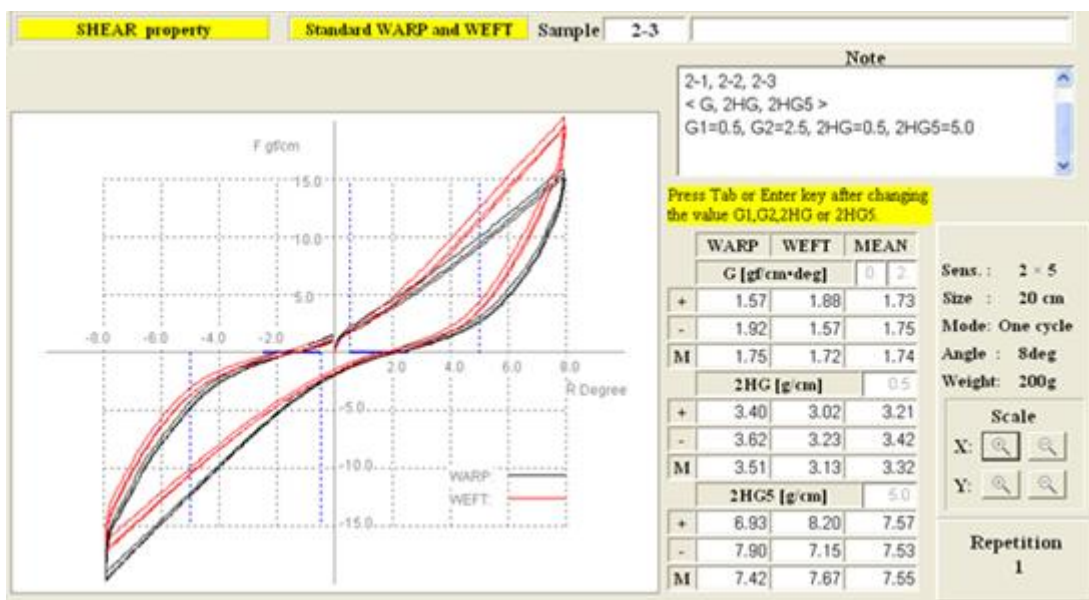
### Výstup ze systému KES FB 2 (smykové charakteristiky)

- Materiál č. 1



Obrázek 66 Smykové charakteristiky pro materiál č. 1

- Materiál č. 2



Obrázek 67 Smykové charakteristiky pro materiál č. 3

# **Příloha 2**

## ***Příloha 2.1***

### ***Naměřená plošná hmotnost***

$\bar{x}$  - výběrový průměr

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

s – směrodatná odchylka

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

V – variační koeficient

$$v = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 10^2 \quad [\%] \quad (3)$$

**Tabulka 16** Hodnoty naměřené plošné hmotnosti

Tabulka 16 Procenty naměřené plošné hmotnosti						$\bar{x}$	s	V [%]
Plošná hmotnost [g/m <sup>2</sup> ]								
Mat. 1	27,75	27,25	28,25	26,25	26,25	27,15	0,894	3,293
Mat. 2	77,25	75,25	75,5	76	75	75,8	0,891	1,175
Mat. 3	60,25	60	61,5	62,96	62,5	61,44	1,316	2,142

## Příloha 2.2

### Naměřené hodnoty ohybu materiálu dle manuálu pro program V-Stitcher

Tabulka 17 Naměřená délka převisu při měření ohybu materiálu

Ohyb materiálu – délka převisu [cm]						
	Materiál č. 1		Materiál č. 2		Materiál č. 3	
	<i>osnova</i>	<i>útek</i>	<i>osnova</i>	<i>útek</i>	<i>osnova</i>	<i>útek</i>
	3,4	3,2	3,6	3,4	4,6	4,6
	3,4	3,1	3,9	3,2	4,6	4,8
	2,9	2,9	3,2	3,6	5	5
	3,1	2,8	3,6	3,4	4,8	4,6
	3,3	3	3,4	3,4	4,6	5,1
	3,4	3,3	3,5	3,1	4,7	5
	2,9	3	3,9	3,4	5	4,5
	3,4	2,7	3,6	3,7	4,4	4,8
	3,2	2,9	3,2	3,4	4,7	4,9
	3,2	3,1	3,5	3,4	4,7	4,7
$\bar{x}$	3,2	3	3,5	3,4	4,7	4,8
s	0,1988	0,1825	0,2412	0,1699	0,1852	0,8
V [%]	6,213	6,083	6,891	4,997	3,940	16,667

**Tabulka 18** Naměřená vzdálenost při měření ohybu materiálu

<b>Ohyb materiálu – vzdálenost [cm]</b>						
	<b>Materiál č. 1</b>		<b>Materiál č. 2</b>		<b>Materiál č. 3</b>	
	<i>osnova</i>	<i>útek</i>	<i>osnova</i>	<i>útek</i>	<i>osnova</i>	<i>útek</i>
	2,7	2,8	3,2	3	4,1	4,3
	2,9	2,9	3,3	2,7	4	4,4
	2,8	3,2	2,8	2,4	4,8	4,2
	2,8	3	3,1	2,7	4,3	4,1
	2,9	3,1	3	2,9	4,2	4,4
	2,7	3	2,9	2,7	4,4	4,5
	2,8	3	3,2	2,7	4	4,7
	3	2,7	3,3	2,5	4,8	4,6
	2,6	3	3,1	2,4	4,1	4,4
	2,8	3,3	3,1	3	4,3	4,4
$\bar{x}$	<b>2,8</b>	<b>3</b>	<b>3,1</b>	<b>2,7</b>	<b>4,3</b>	<b>4,4</b>
s	<b>0,1155</b>	<b>0,1764</b>	<b>0,1633</b>	<b>0,2211</b>	<b>0,2944</b>	<b>0,1764</b>
v	<b>4,125</b>	<b>5,88</b>	<b>5,268</b>	<b>8,189</b>	<b>6,847</b>	<b>4,01</b>

### **Příloha 2.3**

#### **Měření roztažnosti dle W. Aldrich**

- Pomocné zařízení pro měření roztažnosti a smyku materiálu



**Obrázek 68** Pomocné měřicí zařízení

- Naměřené hodnoty procenta roztažnosti

**Tabulka 19** Naměřené hodnoty procenta roztažnosti

	Vzorek	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	Charakteristika roztažnosti [cm]											$\bar{x}$	s
<b>Mat.</b>	<b>Osnova</b>	0,4	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	<b>0,18</b>	<b>0,092</b>
<b>Č. 1</b>	<b>Útek</b>	1	1	0,9	0,8	1	0,9	1,1	0,9	1,2	1,2	<b>1</b>	<b>0,133</b>
<b>Mat.</b>	<b>Osnova</b>	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	<b>0,25</b>	<b>0,053</b>
<b>Č. 2</b>	<b>Útek</b>	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	<b>0,28</b>	<b>0,063</b>
<b>Mat.</b>	<b>Osnova</b>	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	<b>0,13</b>	<b>0,048</b>
<b>Č. 3</b>	<b>Útek</b>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	<b>0,12</b>	<b>0,042</b>

## Příloha 2.4

Měření smyku dle W. Aldrich

**Tabulka 20** Naměřené hodnoty smyku textlie

	Vzorek	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	Charakteristika roztažnosti [cm]											$\bar{x}$	s
<b>Mat.</b>	<b>Osnova</b>	1,8	2,5	2,5	2,9	3,3	2,9	3,7	3,6	3,7	3,4	<b>3,03</b>	<b>0,627</b>
<b>Č. 1</b>	<b>Útek</b>	1,5	1,2	1,3	1,4	1,3	1,5	1,4	1,6	1,6	1,6	<b>1,44</b>	<b>0,143</b>
<b>Mat.</b>	<b>Osnova</b>	1,9	1,7	1,9	2	1,7	1,8	1,7	1,8	1,7	1,5	<b>1,77</b>	<b>0,418</b>
<b>Č. 2</b>	<b>Útek</b>	1,6	1,8	2	1,9	1,9	1,5	1,5	1,9	1,5	1,6	<b>1,72</b>	<b>0,198</b>
<b>Mat.</b>	<b>Osnova</b>	0,7	1	1	1	1	1	0,8	0,7	0,9	1	<b>0,91</b>	<b>0,129</b>
<b>Č. 3</b>	<b>Útek</b>	0,7	1	0,6	0,9	0,9	1,3	0,9	0,8	1	0,8	<b>0,89</b>	<b>0,191</b>

## Příloha 2.5

Měření tloušťky materiálu

**Tabulka 21** Naměřené hodnoty tloušťky materiálu

	Tloušťka materiálu [mm]					$\bar{x}$	s	v
<b>Mat 1</b>	0,2	0,2	0,19	0,18	0,2	<b>0,194</b>	<b>0,009</b>	<b>4,639</b>
<b>Mat 2</b>	0,32	0,31	0,32	0,31	0,31	<b>0,314</b>	<b>0,005</b>	<b>1,592</b>
<b>Mat 3</b>	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	<b>0,142</b>	<b>0,004</b>	<b>2,817</b>

# **Příloha 3**



## Příloha 3.1

### Naměřené hodnoty splývavosti (Lucia)

Tabulka 22 Hodnoty získané pro měření splývavosti

Ma t	Plocha průmětu Sp [mm <sup>2</sup> ]				$\bar{x}$	s	v	X[%] ]
1	43001,8	45527,5	45534,9	46369,3	45108,43	1458,90	3,23	56,55
	4	6	9	3		5	4	
2	48719,4	48840,8	49633,8	48857,0	49012,80	837,09	1,70	47,92
	7	5	3	7		5	8	
3	58880,0	58880,8	57161,3	59896,0	58704,59	1134,74	1,93	26,49
	6	8	8	6		9	3	

## Příloha 3.2

### Splývavost měřená praktickou metodou dle W. Aldrich

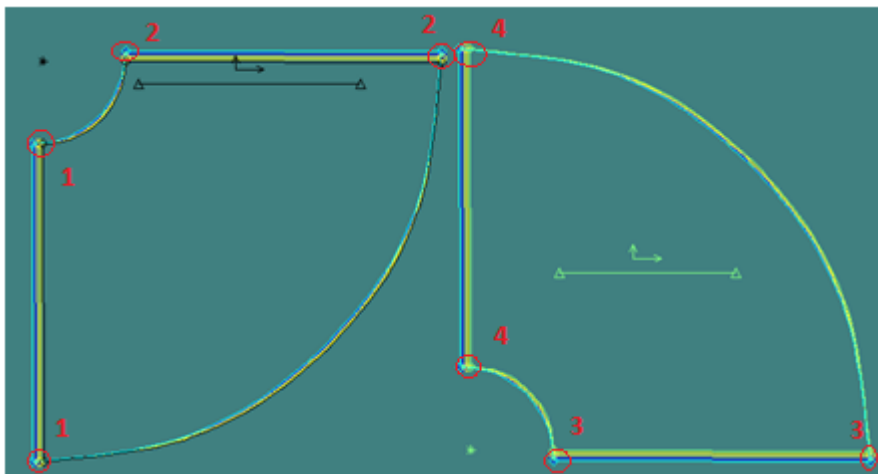
Tabulka 23 Měření splývavosti praktickou metodou

Mat.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
	Určení výseče splývavosti										$\bar{x}$	s	X [%]
1	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2,2	0,422	56
2	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	2,8	0,422	42
3	5	4	3	3	4	4	4	4	3	4	3,8	0,632	22

# **Příloha 4**

## Příloha 4.1

### Stupňovací body na dámské sukni



Obrázek 69 Zobrazení stupňovacích bodů

## Příloha 4.2

### Stupňovací tabulka dámské sukně

Tabulka 24 Stupňovací pravidla

Číslo	Pravidlo							
	1		2		3		4	
Vel. zlomy	x	y	x	y	x	y	x	y
36-38	-0,6	0	0	0,6	0	-0,6	-0,6	0
38-40	-0,6	0	0	0,6	0	-0,6	-0,6	0
40-42	-0,6	0	0	0,6	0	-0,6	-0,6	0
42-44	-0,6	0	0	0,6	0	-0,6	-0,6	0
44-46	-0,6	0	0	0,6	0	-0,6	-0,6	0